

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE ENGENHARIA CIVIL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU*
EM ENGENHARIA DO MEIO AMBIENTE

MARCELUS ISAAC LEMOS GOMES

IMPLANTAÇÃO DE UM PROGRAMA DE USO RACIONAL DE ÁGUA NA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS – ESTUDO DE CASO EDIFÍCIO DA REITORIA

GOIÂNIA - GO
2011

MARCELUS ISAAC LEMOS GOMES

**IMPLANTAÇÃO DE UM PROGRAMA DE USO RACIONAL DE ÁGUA NA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS – ESTUDO DE CASO EDIFÍCIO DA REITORIA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Engenharia do Meio Ambiente da Escola de Engenharia Civil da Universidade Federal de Goiás, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia do Meio Ambiente.

Área de Concentração: Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental.

Orientador: Prof. José Vicente Granato de Araújo, Ph.D.

GOIÂNIA - GO
2011

Marcelus Isaac Lemos Gomes

**IMPLANTAÇÃO DE UM PROGRAMA DE USO RACIONAL DE ÁGUA NA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS – ESTUDO DE CASO EDIFÍCIO DA
REITORIA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Engenharia do Meio Ambiente da Universidade Federal de Goiás, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia do Meio Ambiente.

Dissertação defendida e aprovada em 01 de setembro de 2011, pela banca examinadora constituída pelos professores:



Prof.^o. José Vicente Granato de Araújo, Ph.D.
Presidente da Banca - UFG



Prof. Dr. Kleber Teodomiro Martins Formiga
Examinador interno - UFG



Prof.^a. Dr.^a. Lúcia Helena de Oliveira
Examinador externo – USP

AGRADECIMENTOS

A Deus pela força concedida nos momentos difíceis.

Ao meu orientador e amigo Prof^o. José Vicente Granato de Araújo, quem muito admiro, por sempre ter compartilhado comigo os mesmos ideais e a mesma paixão pela conservação da água.

Ao meu grande amigo Prof^o. Ricardo Prado Abreu Reis, quem muito respeito e admiro, pela ajuda nos momentos de ultima hora e por ter compartilhado comigo os mesmos ideais e a vontade de implantação de um programa de conservação da água na nossa instituição.

Aos meus familiares, pelo apoio em todos os momentos de minha vida.

À Universidade Federal de Goiás, pela grande colaboração no trabalho desenvolvido dentro de sua unidade e também pelo apoio financeiro e pessoal, especialmente Centro de Gestão do Espaço Físico e Reitoria.

Aos amigos do Centro de Gestão do Espaço Físico da Universidade Federal de Goiás pela paciência, pelo respeito com a pesquisa, pela ajuda incondicional na coleta de dados. Em especial mestre de obras José Francisco, aos engenheiros Thyago, Poliana, Manfred e José Mauricio, ao Arquiteto Marcos e aos estagiários Thiago e Rodrigo.

RESUMO

GOMES, M. I. L. Implantação de um Programa de Uso Racional de Água na Universidade Federal de Goiás – Estudo de Caso Edifício da Reitoria. 2011. 93 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Meio Ambiente) – Escola de Engenharia Civil, Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Engenharia do Meio Ambiente, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2011.

A escassez da água levou a mudança de postura nos ambientes econômicos, ambientais e políticos, não tratando apenas de buscar novas fontes de água em locais cada vez mais distantes. Trata-se de reduzir a quantidade de água necessária pelas populações, mas sem comprometer a qualidade das atividades desenvolvidas. O presente estudo teve com objetivo a implantação de um programa de conservação da água, iniciado pela implementação de Programas de Uso Racional da Água no prédio da Reitoria da Universidade Federal de Goiás, em Goiânia. A edificação escolhida para o desenvolvimento de um caso de estudo, é utilizada para atividades administrativas, é constituída por dois pavimentos com área total construída de 2.013,84 m², sendo apropriada para o estudo por apresentar características que permitiram a instalação de hidrômetro, para o monitoramento do consumo diário, e o cadastramento de todos os pontos de consumo de água, bem como a classificação dos tipos de usuários (fixos e flutuantes). A metodologia utilizada contemplou inicialmente uma avaliação e diagnóstico da edificação escolhida. Em seguida foi elaborado um plano e posteriormente implantadas medidas que auxiliaram a redução do consumo. Finalmente foi realizado o gerenciamento das ações visando à manutenção da redução alcançada, que incluiu o monitoramento diário. Com base nos dados obtidos foi realizada uma análise econômica para quantificar os benefícios financeiros alcançados. Os dados de consumo foram coletados durante um período de 240 dias, sendo 120 antes e 120 dias após a implantação das medidas economizadoras de água. Os dados coletados permitiram uma análise do potencial de redução do consumo mensal de água, que neste caso foi da ordem de 30%. A análise econômica mostrou que o valor investido, incluindo equipamentos e mão-de-obra, seriam pagos em aproximadamente 20 meses, considerando uma taxa média de remuneração do capital de 0,75% ao mês.

Palavras - chave: Uso racional da água. Uso de aparelhos economizadores. Redução de consumo em Edifício Administrativo.

ABSTRACT

GOMES, M. I. L. Proposal for implementation of the ongoing Program of Water Conservation at Federal University of Goiás - Case Study of the Rectory building. 2011. 93 f. Dissertation (Masters of Environmental Engineering) - Civil Engineering College, Post-Graduation Stricto Sensu Program in Environmental Engineering - Federal University of Goiás, Goiânia, Goiás, Brazil, 2011.

The water scarcity has led to changes in position of economic environmental and political issues besides trying to seek new sources of water located at further distances in places more distant. That is to reduce the amount of water needed by, urban population without compromising the quality of activities. This work had the objective to establish a water conservation program, initiated by the implementation of programs for the Rational Use of Water in the building of the Rectory of the Federal University of Goiás, in the city of Goiania. The building selected for the development of a Case Study is used for administrative activities. It comprises two floors, with total built up area of 2,013.84 m², which was chosen because it showed characteristics that allowed the installation of water meter, for monitoring the daily consumption, and the registration of all points of water consumption, as well as the classification of user categories (including fixed and transitory people). The methodology used considered initially an evaluation and a diagnostic of the building selected for the study. In the sequence a plan was developed and the proposed actions to help in the reduction in water usage was later implemented. Finally, the management of the actions to keep rational usage of water took place including daily monitoring. Based on the analysis of the collected data an economic analysis was carry out to quantify the economic benefits achieved. The consumption data were collected over a period of 240 days, including 120 days before and 120 days after the implementation of water saving measures. The collected data allowed an analysis of the potential for reducing the monthly consumption of water, which in this case was around 30%. The economic analysis showed that the amount invested, including equipment and manpower, would be paid in approximately 20 months, considering average rate of the capital return equal to 0.75% per month.

Keywords: Rational use of water. Use of water saving devices. Water consumption reduction in an Administrative Building.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2. 1: Avaliação do consumo doméstico.....	17
Figura 2. 2: Mictório sem água com esquema de funcionamento do cartucho.....	28
Figura 2. 3: Equipamentos economizadores de água.....	30
Figura 2. 4: Parâmetros qualitativos da água de chuva para usos específicos.....	38
Figura 3. 1: Fluxograma das etapas para realização da pesquisa.....	49
Figura 3. 2: Fluxograma para desenvolvimento do estudo de caso.....	50
Figura 4. 1: Planta baixa da reitoria, pavimento térreo com legenda de ocupação.....	58
Figura 4. 2: Vista externa da edificação.....	59
Figura 4. 3: Vista parcial do sistema de distribuição de água tratada e localização do hidrômetro.....	60
Figura 4. 4: Planta baixa da reitoria, pavimento térreo com legenda de ocupação.....	61
Figura 4. 5: Vista da cantina e copa.....	61
Figura 4. 6: Planta baixa da reitoria, pavimento superior com legenda de ocupação.....	62
Figura 4. 7: Sequência dos Projetos analisados.....	63
Figura 4. 8: Panorama da situação de conservação da edificação.....	64
Figura 4. 9: Banheiros antes das intervenções.....	65
Figura 4. 10: Ramal de alimentação antes da instalação do hidrômetro.....	67
Figura 4. 11: Ramal de alimentação depois da instalação do hidrômetro.....	67
Figura 4. 12: Volumes diários consumidos antes das intervenções.....	68
Figura 4. 13: Aparelhos sanitários antes da substituição.....	69
Figura 4. 14: Aparelhos sanitários depois da substituição.....	70
Figura 4. 15: Volume diários consumidos após as intervenções.....	73
Figura 4. 16: Gráfico dos volumes diários antes e após as intervenções.....	75

LISTA DE QUADROS

Quadro 4. 1: Identificação do local e tipo de ponto de consumo.....	63
Quadro 4. 2: Distribuição do Consumo de Água (m ³ /mês)	68
Quadro 4. 3: Adequação dos sistemas hidráulicos	69
Quadro 4. 4: População estimada	71
Quadro 4. 5: Custos das implantações.....	74
Quadro 4. 6: Retorno esperado para o investimento, com diferentes taxas de juros diferentes	75

LISTA DE TABELAS

Tabela 2. 1 Vazão de aparelhos com e sem dispositivos economizadores de água.....	31
Tabela 2. 2 Consumo de água dos aparelhos com e sem dispositivos economizadores de água	31

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas
APHA: American Public Health Association
ASCON: Assessoria de Comunicação
AWWA: American Water Works Association
Bh: Banheiro
BNH: Banco Nacional da Habitação
CAI: Coordenadoria de Assuntos Internacionais
CEGEF: Centro de Gestão do Espaço Físico
CONAMA: Conselho Nacional do Meio Ambiente
DAA: Departamento de Assuntos Acadêmicos
DCF: Departamento de Contabilidade e Finanças
DP: Departamento de Pessoal
EUA: Estados Unidos da América
GR: Gabinete do Reitor
ha: Hectare
IPT: Instituto de Pesquisas Tecnológicas
MPO: Ministério do Planejamento e Orçamento
NBR: Norma Técnica Brasileira
PBQP: Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade
PNCDA: Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água
PRODIRH: Pró-Reitoria de Desenvolvimento Institucional e Recursos Humanos
PROEC: Pró-Reitoria de Extensão e Cultura
PROGRAD: Pró-Reitoria de Graduação
PROJUR: Procuradoria Jurídica
PRPPG: Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação
PURA: Programa de Uso Racional da Água
PVC: Cloreto de Polivinila
S/A: Sociedade Anônima
SABESP: Companhia de Saneamento do Estado de São Paulo
SANEAGO: Saneamento de Goiás S/A

SOC: Secretaria de Órgãos Colegiados

UFG: Universidade Federal de Goiás

UFMG: Universidade Federal de Minas Gerais

USEPA: United States Environmental Protection Agency

LISTA DE SÍMBOLOS

° C: Grau Celsius ou Centígrado

nº: Número

cm: Centímetro

kg: Kilograma

kWh: Kilowatts Hora

L: Litro

m: Metro

m²: Metro Quadrado

m³: Metro Cúbico

min.: Minuto

mL: Mililitro

mm: Milímetro

s: Segundo

t: Tonelada

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	JUSTIFICATIVA	15
1.2	OBJETIVOS	16
2	REVISÃO BIBLIOGRAFICA	17
2.1	ASPECTOS QUANTITATIVOS	17
2.2.1	Uso racional da água	21
2.2.2	Aparelhos economizadores	26
2.2.3	Gerenciamento do Consumo	32
2.2.4	Programas de sensibilização dos usuários	34
2.2.5	Ações de detecção e correção de vazamentos	34
2.3	FONTES ALTERNATIVAS DE ÁGUA	36
2.4	PROGRAMAS DE AÇÕES DE CONSERVAÇÃO DA ÁGUA	42
2.5	PROGRAMA DE GESTÃO DO USO DA ÁGUA EM EDIFICAÇÕES.....	44
3	METODOLOGIA	48
3.1	INTRODUÇÃO	48
3.2	AVALIAÇÃO/DIAGNÓSTICO	50
3.2.1	Avaliação técnica	51
3.2.2	Levantamento da demanda	52
3.2.3	Controle de Pressão do Sistema Hidráulico	53
3.2.4	Níveis de Qualidade da Água	53
3.3	PLANEJAMENTO E IMPLANTAÇÃO	53
3.3.1	Instalação do Macro-Medidor	53
3.3.2	Monitoramento Preliminar	54
3.3.3	Implantação dos Dispositivos Economizadores	54
3.4	GERENCIAMENTO	54
3.4.1	Pesquisa de Satisfação dos Usuários	55
3.4.2	Monitoramento	55
3.4.3	Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica	55
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	57
4.1	AVALIAÇÃO/DIAGNÓSTICO	57

4.1.1	Avaliação técnica.....	57
4.1.2	Levantamento da demanda.....	64
4.1.3	Controle de Pressão do Sistema Hidráulico	65
4.1.4	Níveis de Qualidade da Água.....	65
4.2	PLANEJAMENTO E IMPLANTAÇÃO	66
4.2.1	Instalação do Macro-Medidor e Monitoramento Preliminar.....	66
4.2.2	Implantação dos Dispositivos Economizadores	69
4.3	GERENCIAMENTO	70
4.3.1	Pesquisa de Satisfação dos Usuários	70
4.3.2	Monitoramento.....	72
4.3.3	Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica.....	74
5	CONCLUSÃO	77
	REFERÊNCIAS	79
	ANEXOS	86
	ANEXO A – TABELA DE MEDIÇÃO DE CONSUMO – LEITURAS DIÁRIAS	
	ANEXO B – EQUIPAMENTOS ADQUIRIDOS – NOTA FISCAL	
	ANEXO C – FORMULÁRIO PARA PESQUISA DE UTILIZAÇÃO	

1 INTRODUÇÃO

Durante muito tempo, os problemas da água estiveram relacionados apenas à escassez desse insumo em áreas áridas e semiáridas do globo. Todo o processo histórico de estabelecimento das populações em áreas próximas aos corpos d'água tem mostrado cada vez mais seus efeitos. A maior parte destes núcleos cresceu, urbanizou-se, intensificou e diversificou seus usos da água e, conseqüentemente, provocaram a redução do volume de água, com qualidade adequada para as necessidades do ser humano.

No Brasil, tem-se uma idéia de abundância que é acentuada pela existência de uma das maiores reservas de água doce do mundo. Contudo, a distribuição dessas reservas nem sempre acompanha a densidade demográfica, verificando-se assim em algumas regiões o agravamento da situação de escassez da água, causada pela: urbanização de forma desordenada; intensificação das atividades que envolvem o uso da água; impermeabilização e erosão dos solos; ocupação de áreas próximas de mananciais; conflitos gerados pelos usos múltiplos da água; preponderância histórica dos interesses do setor hidroelétrico na política de recursos hídricos; práticas agrícolas de utilização de produtos químicos e utilização ineficiente da água; altos índices de perdas no setor de saneamento; e por movimentos populacionais gerados pelo *stress* hídrico, provocados pela disputa da água.

A questão de escassez da água leva uma mudança de postura nos ambientes econômicos, ambientais e políticos. Não se trata mais somente de buscar água em locais cada vez mais distantes numa clara gestão da oferta de água. Trata-se de reduzir a quantidade de água considerada necessária pelas populações, mas sem comprometer a qualidade das atividades desenvolvidas com a sua utilização. Este novo pensamento, denominado gestão da demanda, visa utilizar de maneira mais eficiente a água disponibilizada para o ambiente urbano. Dentro desse panorama é possível citar a utilização dos aparelhos hidráulicos melhorados, que reduzem o consumo se usados de maneira correta, e adoção de medidas educativas aos usuários.

O custo necessário para a exploração dos mananciais está cada vez mais elevado e pelo fato de que as perdas na rede de distribuição atingem níveis acima dos considerados aceitáveis o suprimento da demanda nas áreas urbanas tem se tornado crítico, necessitando ações que

visem à redução do consumo nas instalações prediais, cujas iniciativas vêm mostrando resultados satisfatórios na diminuição do consumo, e assim evitando exploração de novos mananciais que estão se tornando cada vez mais escassos em termos quantitativos e com a qualidade deteriorada.

Diversos estudos e pesquisas sobre a gestão da água, abordando a demanda e oferta da mesma na setorização de consumo e demanda, a medição de água, operação e monitoramento, manutenção dos sistemas hidráulicos e avaliação ambiental (previsão da demanda de água) foram levadas a contento por Gonçalves (2003a), demonstrando a preocupação com a compreensão do problema da água, a distancia cada vez maior de captação nos mananciais ou até mesmo falta da mesma, e a busca de alternativas para dirimi-lo.

De modo geral, o uso racional da água envolve a diminuição dos desperdícios e a maximização da eficiência do uso, onde esta última refere-se à utilização de uma menor quantidade de água para as atividades, sem o comprometimento da qualidade, o que pode ser obtido tanto em função de características dos equipamentos como em função do nível de conscientização do usuário.

O uso racional da água vem sendo implementado nos centros urbanos e instituições como forma de evitar o desperdício e atenuar os problemas relacionados às limitações das fontes de abastecimento deste insumo. Para tanto, a utilização de aparelhos economizadores em edificações novas e a implantação de programa de substituição em edificações já em uso, tem se tornado de fundamental importância e motivo de atenção de pesquisadores, empreendedores e usuários.

1.1 JUSTIFICATIVA

O programa de uso racional de água na Universidade Federal de Goiás – estudo de caso edifício da reitoria tem como principais motivos: reduzir o consumo de água através da minimização das perdas e desperdícios; difundir em toda a comunidade acadêmica conceitos do uso racional da água e conservação da mesma; criar um programa estruturado, permanente, com gestão da demanda da água; substituir os atuais aparelhos hidráulicos por modelos economizadores, utilizando tecnologias consideradas limpas.

Portanto, a contextualização de programas desta natureza em um campus universitário, justifica-se pelo fato da universidade ser considerada um usuário de grande porte que possui consumidores variados que desenvolvem atividades diversas, se transformando dessa forma em um laboratório real para testes e ajustes da metodologia, podendo propor atividades a serem contempladas na implantação do programa e na gestão da demanda da água. Além disso, permitirá avaliar os efeitos deste programa e seus impactos, em especial, na redução do consumo de água (em termos de dados de consumo mensal, de consumo diário *per capita* e de perfil de vazões), destacando a importância do conhecimento dos sistemas prediais e das atividades dos usuários, dentre outros.

1.2 OBJETIVOS

Este trabalho teve como objetivo geral estruturar e analisar a viabilidade da implantação de um programa de uso racional de água na Universidade Federal de Goiás, tendo como estudo de caso a implementação do programa de uso racional de água, em uma unidade administrativa situada nas dependências do Campus II da Universidade Federal de Goiás, visando o uso racional, a conservação e a sustentabilidade dos sistemas hidráulicos.

Foram objetivos específicos desta pesquisa:

Realizar estudos de viabilidade econômica na implantação do programa de uso de água;

Propor e executar atividades a serem contempladas na gestão de demanda de água e seus instrumentos;

Implantar um estudo de caso com utilização de tecnologias economizadoras;

Avaliar os impactos do programa na redução do consumo, em termos de dados mensais;

Determinar e analisar indicadores de consumo;

Avaliar o potencial de economia de consumo de água, bem como o custo de implantação em vista da obtenção de benefícios financeiros.

2 REVISÃO BIBLIOGRAFICA

Este capítulo apresenta uma revisão dos conceitos básicos e dos principais trabalhos desenvolvidos visando caracterizar os Programas Permanentes de Conservação da Água. Serão tratados os aspectos quantitativos relacionados à conservação de água, as fontes alternativas, os programas de ações de conservação e gestão do uso de água em edificações.

2.1 ASPECTOS QUANTITATIVOS

Quanto aos usos da água, o *World Resources Institute* apresentou que no ano de 2003, a água potável foi utilizada no mundo, na seguinte proporção: 71% na agricultura, 9% em uso doméstico e 20% na indústria. Sendo, que no Brasil, 61% é utilizada na agricultura, 21% em usos domésticos e 18% na indústria (*WORLD RESOURCES INSTITUTE*, 2003).

O estudo elaborado por Mieli (2001), em 20 residências, determinou e avaliou o consumo doméstico, sendo este distribuído na proporção mostrada na Figura 2.1: 1% na lavagem de carros, assim como rega de jardim e lavagem de pisos, 4% nos tanques, 6% nos lavatórios, 7% em máquina de lavar roupas e tanques, 18% nas cozinhas, 27% nos chuveiros e 35% em bacias sanitárias, sendo esse o maior consumo.

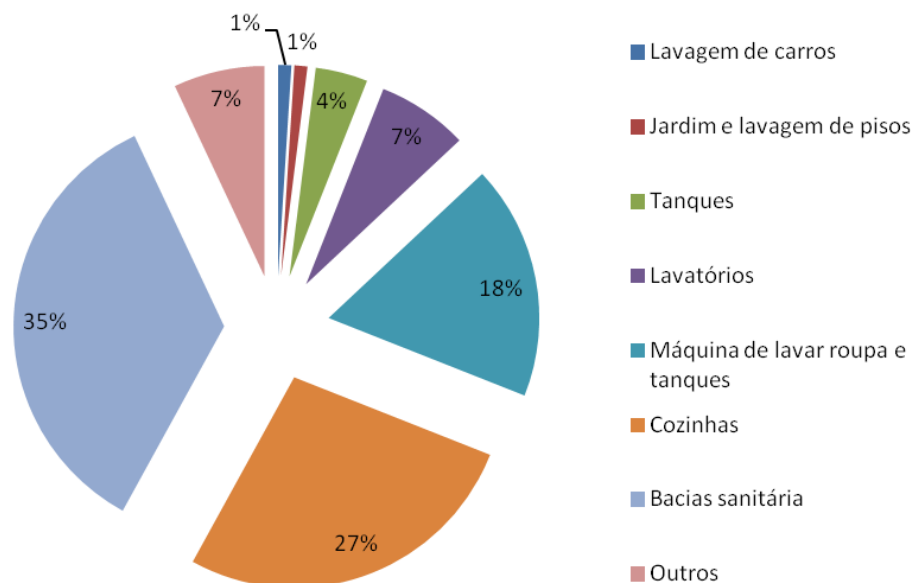


Figura 2. 1: Avaliação do consumo doméstico.

Fonte: Adaptado de (MIELI, 2001)

Entende-se por conservação da água um conjunto de ações que visam proporcionar a economia e a preservação da água, tanto nas fontes abastecedoras, no sistema público de abastecimento de água e nas edificações. No entanto, vários autores apresentam suas definições (SANTOS, 2002).

Segundo *Kallis et al.* (2004), conservação da água é definida como qualquer tentativa de redução do consumo da água ou de perdas, sendo que estas últimas podem ser físicas ou não físicas. Em face deste panorama, as soluções que vêm sendo adotadas podem ser enquadradas, conforme Oliveira (1999), em três níveis de abrangências: Macro - grandes sistemas ambientais e bacias hidrográficas; Meso - sistemas públicos urbanos de abastecimento de água e de coleta de esgoto sanitário; Micro - sistemas prediais.

Os três níveis acima relacionados estão interligados, pois quando se enfoca sobre as edificações, diminui-se a demanda de água necessária ao abastecimento, com isso pode-se atenuar uma possível sobrecarga no sistema de abastecimento de água e coleta de esgotos, e, conseqüentemente haverá menor degradação dos grandes sistemas ambientais e das bacias hidrográficas.

Quando são aplicadas medidas de conservação da água, obtém-se redução de custos na operação do sistema de distribuição, como por exemplo, redução na utilização de produtos químicos para o tratamento, redução de gastos com energia elétrica para o eventual sistema de recalque – redução dos volumes recalcados, além de que se aumenta a vida útil dos equipamentos e da capacidade do sistema de abastecimento de água, fazendo com que a necessidade de uma expansão seja adiada. Quanto ao sistema de esgotamento sanitário, este tem sua capacidade aumentada ou melhorada, com isso retardam-se os impactos ambientais irreversíveis ocasionados pela construção de novas obras hidráulicas (*KALLIS et al.*, 2004).

No *habitat* humano presente nas concentrações urbanas, a conservação da água se caracteriza, principalmente, pelas ações de redução de perdas de água, pelo aproveitamento desta e pelo reuso da mesma. Perdas, no sistema de abastecimento urbano de água, podem ser físicas ou não físicas. Segundo *Kallis et al.* (2004), a perda física é caracterizada como sendo a água retirada da fonte de abastecimento e não consumida pelo cliente final; dentre estas, citam-se: as perdas que ocorrem por vazamentos em tubulações, equipamentos e estruturas; por extravasamento em reservatórios; a água utilizada para lavagem de filtros e limpeza de decantadores e descargas em redes de adução e distribuição. As perdas não físicas são aquelas

ocasionadas por ligações clandestinas, ausência e deficiência na micro medição e gerenciamento ineficiente de consumidores, ou seja, a perda não física é aquela onde existe o fornecimento da água, porém ela não é faturada ou devidamente quantificada. A OMS apresenta dados de água não contabilizada no sistema público de abastecimento de água de diferentes regiões do planeta. Com relação às grandes cidades, isto se deve, principalmente, às perdas físicas, e chegam à ordem de 42% (OMS, 2000).

Da mesma forma, *Kallis et al.* (2004), apresentaram as seguintes medidas de economia de água no meio urbano: redução do consumo final de água; redução de perdas na infraestrutura hidráulica e no sistema de distribuição; uso de fontes alternativas de água; proteção das fontes de água quanto à poluição ou melhora na qualidade destas fontes.

Seguindo a linha de pensamento dos demais pesquisadores, *Cotejo et al.* (1999) sugeriram as seguintes ações para a redução de perdas físicas: redução da pressão nas redes de abastecimento; substituição e recuperação das redes deterioradas; pesquisa de vazamentos nas redes públicas; melhorias operacionais, com a finalidade de minimizar as possibilidades de extravazamento de reservatórios; descargas de rede; perdas de água do processo e manobras incorretas.

A redução das perdas não físicas são as mais fáceis de implementar e oferecem retorno financeiro mais rápido. São ações de âmbito administrativo e de gerenciamento, como a atualização cadastral em termos de categoria do consumidor, a política de cortes de inadimplentes, além do aprimoramento do sistema comercial, como o sistema de faturamento.

Conforme Santos (2004), o reuso da água será definido como sendo a reutilização da água potável. Quanto à utilização de águas servidas, esta é mais bem caracterizada pela palavra “uso”, pois, como anteriormente citado, o termo reuso de água é aplicado quando esta foi primeiramente utilizada como água potável.

Mancuso e Santos (2003), citando trabalho da Organização Mundial da Saúde (1973), apresentaram a seguinte classificação para o reuso da água: o reuso indireto, onde a água utilizada, no uso doméstico ou industrial, é lançada em um corpo receptor, quer seja subterrâneo ou superficial, e é novamente utilizada a jusante do ponto de lançamento; o reuso direto, que se caracteriza pela utilização direta dos esgotos tratados, para fins de irrigação, recarga de aquíferos, uso industrial e água potável; reciclagem interna, o qual normalmente

ocorre dentro do ambiente industrial, com a finalidade de economia de água e controle da poluição. Cabe, neste ponto, estabelecer a diferença, apresentada pelos referidos autores, entre reciclagem e reuso. O primeiro se caracteriza pela utilização do esgoto, antes da sua descarga em um sistema de tratamento ou outra forma de disposição, enquanto que, o segundo consiste na utilização das descargas dos efluentes, por outro grupo, diferente daquele que realizou a descarga.

O reuso potável é aquele onde o efluente tratado atende aos requisitos mínimos de potabilidade, enquanto que no reuso não potável estes requisitos não são atendidos. O reuso planejado é aquele onde ocorre a realização de um planejamento prévio onde há monitoramento constante do efluente tratado que está sendo distribuído. Caso haja reuso de forma acidental, caracteriza-se, portanto, o reuso não planejado.

Segundo *Metcalf e Eddy* (2003), utiliza-se o termo reuso de água, quando se trata do uso de efluente tratado para um uso na irrigação agrícola e água de resfriamento utilizado em processos industriais. A água reciclada é definida, pelos autores, como sendo o processo de coleta e utilização de águas residuárias em um mesmo processo que utilize água. A prática de reciclagem da água é muito aplicada em indústrias de produtos manufaturados e, geralmente, envolve apenas um usuário.

Friedler (2001) apresentou as duas principais finalidades do reuso, que consiste na não utilização de águas com certa qualidade, onde esta qualidade não é requerida, e no controle ambiental, através da diminuição do volume de efluentes lançados nos recursos hídricos.

A conservação da água na escala residencial pode representar economia sensível de recursos financeiros, pela redução dos encargos devido à utilização da água e à produção de esgoto sanitário, sem que haja degradação da qualidade de vida, através do reuso que evita as perdas desnecessárias.

De acordo com Santos (2002), a conservação da água é dividida em dois grandes grupos, ações de uso racional e a utilização de fontes alternativas. As ações de uso racional são o combate ao desperdício quantitativo de água, através da utilização de aparelhos economizadores, medição individualizada, a conscientização do usuário para o não desperdício na ocasião do seu uso e as ações de detecção e correção de perdas no sistema predial de água. Vêm se destacando como fontes alternativas, a utilização da água cinza, a

água da chuva, a água subterrânea, a água mineral envasada e a água distribuída em caminhões pipa. O autor considera essas como fontes alternativas, assumindo que a fonte principal de abastecimento da edificação é o sistema público.

2.1.1 Uso racional da água

O uso racional da água pode ser aplicado em tecnologia, mobilização ou gestão, ou através de uma agregação destas. Pode-se ainda aplicá-lo numa dimensão econômica através da indução da diminuição do consumo de água pelo aumento das tarifas dos serviços de água e esgoto, ou até mesmo pela cobrança pelo próprio uso da água.

Uma das aplicações tecnológicas é o desenvolvimento de equipamentos economizadores que vão além dos aspectos econômicos da conservação e que pode ser visto não só com a redução do volume gasto de água, mas com o de energia elétrica para bombeamento e transporte, com aumento da vida útil dos equipamentos e a redução dos custos operacionais de um edifício, sem redução do nível de serviço.

No Brasil, na década de 80, registrava-se que os programas de economia de água eram compostos por diferentes linhas de ação, reunidas em dois grupos: com subsídios para planejamento, que apresenta caracterização da demanda; ou modelos de análise econômica. Apresentaram, ainda, dentro dos programas de economia de água: a modificação nos códigos e normas de instalações hidráulicas prediais e seus componentes, detecção e correção dos vazamentos nas instalações prediais de água e no sistema de distribuição de água, micro medição, revisão e adequação da estrutura tarifária, incentivo à adaptação ou substituição de aparelhos e componentes da instalação predial, orientação/regulamentação do uso externo da água, desenvolvimento de projetos para reuso e reciclagem de água servida, preparação de planos de contingência para secas, comunicação social e outros.

Yoshimoto et al. (1997) idealizaram alguns Programas de Uso Racional da Água em Edifícios, apresentando como benefícios principais: diminuição dos investimentos na extração de água; preservação dos recursos hídricos disponíveis; diminuição das demandas; diminuição da geração de esgotos; aumento dos usuários atendidos; diminuição da demanda de energia elétrica para operação dos sistemas de abastecimentos, coleta e tratamento de água.

A implantação de Programas de Uso Racional da Água, com referencia aos programas desenvolvidos nos Estados Unidos, a partir da Lei *Energy Policy Act*, motivou a Companhia

de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP), a desenvolver na Região Metropolitana de São Paulo, o Programa do Uso Racional da Água, *Yoshimoto et al.* (1997). Segundo Gonçalves (1999), o programa estava inserido no Plano de Redução de Perdas da Concessionária, tendo sido convidada para o estabelecimento das bases tecnológica e documental, a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EPUSP), através do Laboratório de Sistemas Prediais do Departamento da Engenharia de Construção Civil (LSP/DECC).

O programa teve início em 1996, através de convênio entre a SABESP, EPUSP e o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), sendo então denominado Programa de Uso Racional da Água em Edifícios (PURA) e foi estruturado em seis etapas (*YOSHIMOTO et al.*, 1997) ou macro programas, citados a seguir: 1ª Etapa, banco de dados de tecnologias, documentação técnica e estudos de casos; 2ª Etapa, laboratório institucional do programa de uso racional da água; 3ª Etapa, programa de avaliação e adequação de tecnologias; 4ª Etapa, caracterização da demanda e impacto das ações de economia no setor habitacional; 5ª Etapa, documentação relacionada a leis, regulamentos e programas setoriais da qualidade; 6ª Etapa, programas específicos de economia de água em diferentes tipos de edifícios (não habitacionais).

No âmbito a 6ª Etapa, em 1997, foram realizados três estudos de caso em São Paulo, denominados respectivamente PURA-EE (duas escolas estaduais - uma de primeiro grau e outra de segundo), PURA-DP (uma delegacia), PURA-HC (Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo).

Também em 1997, foram iniciados os estudos para sua implementação, no campus da Universidade de São Paulo, como estudo de caso em campus universitário, dando início ao Programa de Uso Racional da Água da Universidade de São Paulo (PURA-USP).

Oliveira (1999) registrou a importância do conhecimento das características físicas e funcionais de um sistema, de modo a consentir a implementação de ações mais atrativas - de menor custo, maior impacto da redução de consumo de água e melhor atendimento às necessidades dos usuários. Segundo a autora, as ações tecnológicas, em especial, o controle de desperdícios e a substituição dos equipamentos convencionais por economizadores, são as consideradas de maior impacto. Pois, esses equipamentos trabalham um menor consumo, um maior desempenho e uma menor interferência por parte do usuário.

Oliveira (1999) cita o Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (PNCDA), cujas ações ocorrem em dois níveis: meso e micro, mas sem deixar de atuar com programas no nível macro. Confirma que a visão sistêmica dos três níveis é indispensável para a preservação da água no âmbito urbano.

Conforme Gonçalves *et. al* (1999 a), este programa abrange os sistemas públicos de abastecimento de água (redes urbanas) e os sistemas hidráulicos prediais (redes prediais); e enfoca, no âmbito dos sistemas prediais, na tecnologia de produtos e de processos, a caracterização das demandas de água (principalmente habitacional) e a documentação base do programa. Ainda segundo os autores, o PNCDA, cujo objetivo é promover o uso racional da água para abastecimento público, representa um real mecanismo institucional e tecnológico de estruturação dos sistemas hidráulicos prediais no país.

O PNCDA apresentou o conceito de progressividade das medidas de conservação da água, linhas de ação de níveis básico, intermediário e avançado para cada grupo de medidas, conforme recomendado pela *Environmental Protection Agency* (EPA) para os programas de conservação da água nos Estados Unidos. O programa contou ainda com instrumentos de apoio ao desenvolvimento institucional (Diretrizes para desenvolvimento de Planos de Combate ao Desperdício de Água e Apoio à operação do sistema de informações em rede - página do PNCDA) e de aprofundamento tecnológico, Documentos Técnicos de Apoio e Códigos de Prática, além de apoio a cursos básicos e de aprofundamento.

Silva *et al.* (2004) ressaltaram, por fim, a importância da implementação cuidadosa do Programa e sugerem que seja evitado a adoção de soluções isoladas, que se tenham mostrado eficientes em casos específicos, como se fossem respostas universais.

Ainda como experiências no Brasil, destacaram-se o Programa de Conservação de Água da Universidade de Campinas (PRÓ-ÁGUA) e as ações da Organização não Governamental (ONG) Água e Cidade (NUNES, 2000).

Outra forma de se promover a conservação da água em edificações é o PCA, Programa de Conservação de Água que é um conjunto de ações que devem ser implementadas na fase de projeto de edificações, de acordo com Sautchuk (2005). Quando da elaboração do projeto deve-se cruzar os dados de oferta e demanda de água, fazer análise quantitativa e qualitativa

das necessidades do usuário, relacionar as diferentes fontes alternativas de abastecimento para então, determinar novas soluções tecnológicas eficientes e de baixo custo.

Nas edificações existentes, o desperdício de água, principalmente nos grandes centros urbanos é devido à utilização de água com elevado grau de qualidade para todos os fins. Essa forma de desperdício de “água nobre”, de acordo com Sautchuk (2005), aponta para a necessidade de uma análise sistêmica do uso da água, com a avaliação da demanda para a minimização do consumo, aliada a avaliação do uso de fontes alternativas como suprimento da oferta ao atendimento dos usos menos nobres. Dessa maneira, as fontes de suprimento de água de qualidade superior existentes, seriam em parte, resguardadas.

Fontes alternativas de água, ainda de acordo com Sautchuk (2004) são águas que não estão sob concessão de órgãos públicos, ou que não sofrem cobrança pelo uso, podendo ser consideradas também, aquelas com composição diferente da água potável fornecida pelas concessionárias locais.

Mais recentemente, conforme Gonçalves (2006), algumas cidades, estados e países têm adotado legislação específica para a conservação da água e uso de fontes alternativas de suprimento como o aproveitamento da água da chuva. Cidades tais como, Tóquio, Berlim, Sidney, entre outras, estados como Califórnia, Flórida e Texas nos EUA ou ainda países como Austrália, Alemanha, Reino Unido e outros, editam guias ou manuais para essa finalidade sendo disponibilizados para toda a sociedade e apoiados em programas oficiais dos órgãos da administração pública local ou regional.

Ainda segundo o Gonçalves (2006), em muitas cidades brasileiras como São Paulo, Rio de Janeiro, Curitiba e Porto Alegre, tem sido adotadas legislações específicas sobre a obrigatoriedade de coleta e aproveitamento da água da chuva. Nestas cidades, alguns novos empreendimentos passaram a ser obrigados a coletar a água da chuva, visando sua utilização para fins não potáveis contribuindo para a minimização do escoamento superficial e conseqüente redução de enchentes.

A maioria das cidades no Brasil apresenta crescimento acelerado, de acordo com Barreto (1998), provocando um adensamento populacional em função do êxodo rural. A concentração de pessoas no meio urbano, oriunda de diversas regiões do país, trouxe novos hábitos que

foram aos poucos modificando o perfil do consumo de águas nas cidades, tendo como principal razão da modificação, a crescente demanda da mesma.

Gonçalves (2006) citou como benefícios da metodologia empregada na auditoria do uso da água, o fornecimento de parâmetros de avaliação da gestão do uso da água em empresas, a ajuda para obtenção da certificação ISO 14000 e a implantação da gestão da demanda de água em empresas, criando oportunidades para produtos e profissionais relacionados com a conservação da água.

Além das práticas, programas e estudos de caso anteriormente mencionados, merecem destaque, ainda, os trabalhos desenvolvidos pelo Grupo de Trabalho de Sistemas Prediais da Associação Nacional da Tecnologia do Ambiente Construído (ANTAC), que realiza anualmente encontros para discutir os avanços alcançados nas metodologias, tecnologias e avaliar os resultados, do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do *Habitat* (PBQP-H), além de acompanhar os progressos nas legislações.

O MINISTÉRIO DAS CIDADES (2004) salientou que o PBQP-H, instituído em 1998, tinha por objetivos o apoio ao esforço brasileiro de modernidade e à promoção da qualidade e da produtividade no setor da construção habitacional, visando aumento da competitividade de bens e serviços por ele produzidos. No escopo de um de seus projetos, o de Qualidade de Materiais e Componentes, e com vistas à Meta Mobilizadora Nacional da Habitação (que visava à elevação para 90%, até o ano 2002, do percentual médio de conformidade com as normas técnicas), foram criados os Programas Setoriais da Qualidade, entre os quais o de tubos e conexões de PVC, o de metais sanitários e aparelhos economizadores de água e o de louças sanitárias (materiais e componentes).

Com relação às legislações, *Scherer* (2003) destaca algumas referências de ações de ordem normativa e legislativa, tomadas por iniciativas de alguns municípios brasileiros, tais como, a obrigatoriedade de instalação de equipamentos economizadores de água nas edificações públicas e privadas (não-residenciais) a serem edificadas ou, em alguns casos, nas já edificadas.

Nesta introdução, foram expostos alguns conceitos relativos à água e às mudanças pelos quais o uso da água vem passando, alguns fatores envolvidos no agravamento desta e as soluções que têm sido adotadas em seus diferentes níveis, incluindo as práticas, programas e estudos

em desenvolvimento no nível dos sistemas prediais. A partir da implantação do Programa de Uso Racional da Água, para a continuidade da redução do consumo ou estabilização nos patamares razoáveis, deverá atribuir caráter permanente às atividades pós-implantação, à gestão da demanda da água, ao gerenciamento dos efeitos e, conseqüentemente, à gestão do próprio Programa.

O uso racional da água consiste em sistematizar as intervenções que devem ser realizadas em uma edificação, de tal forma que as ações de redução do consumo sejam resultantes de amplo conhecimento do sistema, garantindo sempre a qualidade necessária para a realização das atividades consumidoras, com o mínimo de desperdício (SAUTCHUCK, 2005).

O conhecimento do sistema através da atualização constante dos dados é essencial. Necessita-se ainda obtenção de dados da condição anterior à implantação do programa, para que seja possível mensurar os progressos obtidos e o cumprimento de metas, bem como para orientar o planejamento das ações futuras dentro de um plano de melhoria contínua. No caso de novas edificações, devem ser utilizados indicadores de consumo de água por tipologia ou atividade específica.

2.1.2 Aparelhos economizadores

A adoção de aparelhos economizadores de água no Brasil vem crescendo de forma rápida, notadamente em prédios de uso público tais como shopping centers, teatros, cinemas, estádios, aeroportos, escolas e outros, principalmente porque o seu emprego proporciona redução das despesas nas contas de água e esgoto, bem como nas de energia elétrica.

De maneira bastante simples, pode-se considerar o consumo sob dois aspectos. A primeira vertente de abordagem se refere à tecnologia do aparelho sanitário, ou seja, as características intrínsecas de construção e funcionamento que determinam, por exemplo, a vazão de água de um aparelho e segunda se refere consciência do usuário em relação uso desse bem.

O Programa Nacional de Combate ao Desperdício da Água (PNCDA) teve como objetivo substituir os aparelhos sanitários convencionais por aparelhos economizadores como a redução do consumo de água independentemente da vontade do usuário, sendo que o mesmo devesse ser implementado quando o sistema estiver isento de vazamentos (GONÇALVES *et al.*, 1999 a).

Serão detalhadas a seguir as características dos principais aparelhos.

a) Mictórios

Os mictórios tendem a ser um dos equipamentos que mais consomem água dentro de um edifício, segundo *Schmidt* (2003). Tal afirmação se justifica por meio dos trabalhos de *Tesis* (1997 e 1998), constatando que, em um vestiário masculino, o mictório era responsável por mais da metade do volume de água total consumido.

Schmidt (2003) apresenta os seguintes tipos de dispositivos de acionamento de descarga dos mictórios: registro de pressão; válvula de acionamento hidromecânico; válvula de acionamento por sensor infravermelho; válvula de acionamento por ultra-som; válvula de descarga manual; válvula de descarga fluxível (“*flushometer*”); e válvula de descarga temporizada.

As válvulas que proporcionam um menor consumo de água são as de acionamento hidromecânico, por sensores infravermelhos e os de ultra-som, devido ao uso acoplado de um redutor de vazão ou uma regulagem de vazão para 6,00 L/min. Quanto às válvulas de descarga manual e fluxível, estas são pouco utilizadas no Brasil, com consumo de água aproximado de 3,79 L a cada descarga, independentemente da ação do usuário (*SCHMIDT*, 2004). As válvulas de descarga temporizadas apresentam uma grande desvantagem, no que diz respeito à economia de água, considerando que a mesma é acionada independentemente do mictório estar ou não sendo utilizado. Cabe ressaltar que nem todos os tipos de acionamento de descarga servem para mictórios coletivos e individuais, sendo necessária uma análise do tipo de usuário do sistema, para daí optar pelo sistema coletivo ou pelo sistema individual, e só a partir deste momento é que se determina qual acionamento de descarga é mais adequado quanto à questão de economia de água.

Schmidt (2004) apresenta também o mictório sem água, o qual, como seu próprio nome indica, não utiliza água para a sua operação. Este sistema surgiu na Suíça por volta de 1890, sendo que variações do mesmo vêm sendo utilizadas em partes da Europa a partir dos anos 1960, e nos Estados Unidos a partir dos anos 1990, sendo que a aceitação pela população tem crescido. O mictório sem água é constituído das seguintes partes: a) bacia cerâmica, a qual apresenta um desenho de curvatura da sua parte interna desenvolvido para um rápido escoamento da urina e impedir que a mesma fique aderida à superfície, sendo esta superfície

tratada através de uma vitrificação especial para também impedir a aderência da urina; b) um cartucho, o qual é devidamente selado para impedir a passagem de gases para o ambiente, além de conter um líquido selante, o qual impede o retorno de odor e c) um suporte para o cartucho. A Figura 2.2 apresenta o esquema de funcionamento das partes componentes do mictório sem água.

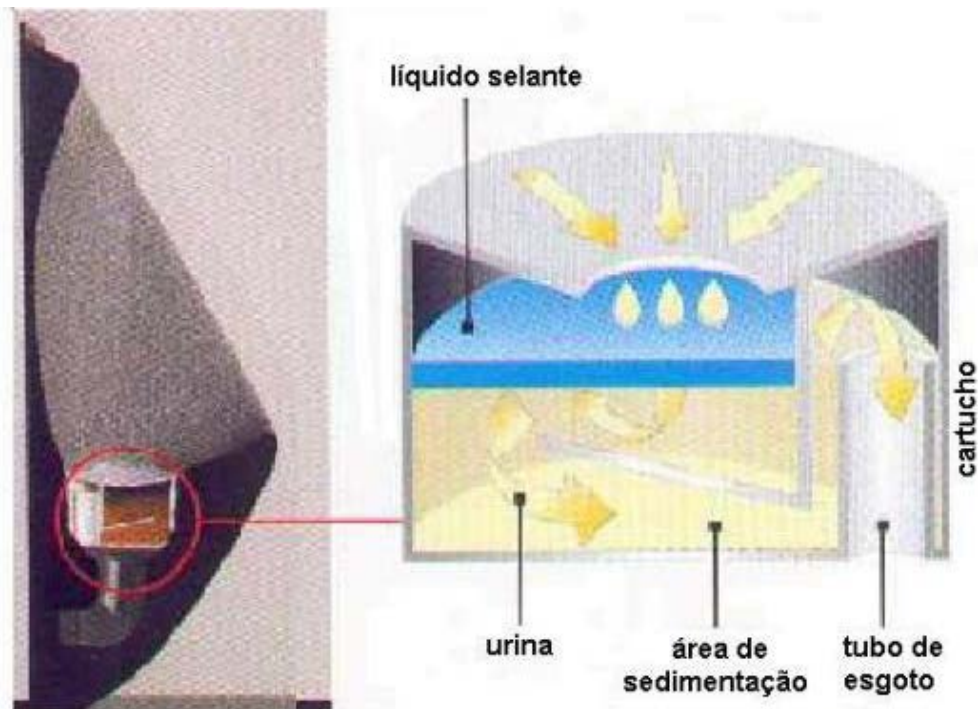


Figura 2. 2: Mictório sem água com esquema de funcionamento do cartucho.

Fonte: (SCHMIDT, 2004).

O mictório sem água, o qual tem o princípio de funcionamento apresentado na Figura 2.2, tendo o cartucho uma vida útil em torno de 7.000 utilizações, segundo informação do fabricante. Para mictórios coletivos, Gonçalves *et al.* (1999 a), apresentam o uso de sensor de infravermelho com emissor e receptor, onde se aciona uma válvula solenóide na presença do usuário.

b) Bacia Sanitária

As bacias sanitárias são um dos grandes consumidores de água nas residências. Por esta causa, fica clara o grande potencial de economia de água gerada com a troca das bacias sanitárias convencionais por bacias sanitárias de volume de descarga reduzidas (ILHA *et al.* 2002).

Para este tipo de aparelho sanitário, a solução sugerida é a substituição da bacia sanitária convencional pela economizadora. Cabe salientar a importância de se verificar os pontos de recepção de água e coleta de esgotos, no intuito de se constatar a equivalência da posição nos dois equipamentos, convencional e economizador, pois este procedimento facilita a instalação do novo equipamento (GONÇALVES *et al.* 1999a).

Em Conservação e reuso da água em edificações, Gonçalves (2006) apresenta-se uma bacia sanitária que funciona com um volume reduzido de descarga de apenas 3,00 litros, sendo isto possível, graças a alta velocidade de descarga e em movimento circular, na forma de ciclone, que passa por um sifão de curvas alongadas, eliminando resistências. Os autores apresentam outros tipos de bacias sanitárias: *Flushmate* - sistema que utiliza volume de descarga de 6,00 litros; *Microflush* - sistema que, segundo o fabricante, reduz o consumo de água para bacias sanitárias em até 90% para instalações comerciais e públicas, e até 40% para instalações residenciais; Bacia com caixa acoplada e alimentação lateral - este sistema utiliza uma alimentação lateral, onde um pequeno lavabo é acoplado à caixa e a água, antes de ir à bacia, é utilizada para a lavagem das mãos e depois vai para a bacia para ser aproveitada para a próxima descarga; Bacia com caixa acoplada dual, na qual existe a possibilidade de escolha entre dois volumes de água - volume útil da caixa acoplada e a utilização de apenas 50% deste volume, o qual pode ser utilizado quando houver na bacia apenas dejetos líquidos.

c) Torneiras

São quatro as principais atuações sobre as torneiras, sendo que algumas delas podem ser cumulativas: arejadores convencionais ou tipo chuveirinho, registros reguladores de vazão, esguichos nas mangueiras instaladas em torneiras de jardim e substituição de torneiras convencionais por torneiras hidromecânicas ou eletrônicas (GONÇALVES *et al.*, 1999a).

d) Chuveiros e duchas

Segundo Schmidt (2003), os chuveiros constituem na categoria de são um dos aparelhos mais difíceis para promover a diminuição do consumo de água, pois é nele que o usuário tem maior sensibilidade nas alterações de vazões. O referido autor apresenta a possibilidade de uso de chuveiros com temporizadores, tanto para duchas com mistura de água (água fria e água quente), quanto para os chuveiros elétricos. Esses tipos de aparelhos apresentam um funcionamento hidromecânico que faz com que os mesmos sejam fechados após certo tempo

de uso. Ressaltamos a necessidade de um dispositivo de segurança para os chuveiros com mistura de água, no qual é fixado uma temperatura máxima da água, como proteção ao usuário, caso haja falta de água fria.

Como parâmetro de consumo, para este tipo de equipamento, assume-se que um usuário acione cinco vezes o dispositivo, sendo uma para molhar, duas para ensaboar e duas para enxaguar. Geralmente o tempo de acionamento vem regulado de fábrica, sendo o ideal em torno de 30 segundos.

Seguindo o uso racional em chuveiros, Oliveira (1999) sugeriu a utilização de restritores de vazão, observando-se a necessidade de checar a vazão disponível, pois para vazões inferiores a 0,05 L/s, os restritores não são adequados, pelo fato de sua faixa de trabalho variar entre 0,10 a 0,15 L/s.

A Figura 2. 3 apresenta exemplos de equipamentos economizadores de água fornecidos por diferentes fabricantes nacionais.



Figura 2. 3: Equipamentos economizadores de água.

Fonte: (DECA, 2010).

A Tabela 2. 1 mostra um comparativo entre a vazão dos aparelhos, com e sem dispositivos economizadores de água e a Tabela 2. 2 apresenta um comparativo de consumo da água, para diversos aparelhos, de acordo com o tempo de uso e pressão, segundo um fabricante de equipamentos sanitários nacional.

Tabela 2. 1: Vazão de aparelhos com e sem dispositivos economizadores de água.

Produto	Baixa Pressão 20 a 100 KPa (L/mim)	Alta Pressão 10 a 400 KPa (L/mim)	Aplicando Dispositivos Economizadores de Água (L/mim)
Torneira de lavatório	10	20	8
Misturador de cozinha	12	20	6
Torneira de Jardim/tanque	12	20	8
Mictório com registro	10	15	8
Mictório <i>Decamatic</i>	8	15	8
Torneira <i>Decamatic</i>	8	15	6
Chuveiro	15	20	14

Fonte: Adaptado de (DECA, 2010).

Tabela 2. 2: Consumo de água dos aparelhos com e sem dispositivos economizadores de água.

Produto	Tempo (mim.)	Baixa Pressão de 2 a 10 m.c.a. (L)	Alta Pressão de 10 a 40 m.c.a. (L)	Aplicando Dispositivos Economizadores de Água (L)
Torneira de lavatório	1	10	20	8
	5	50	100	40
	10	100	200	80
Misturador de cozinha	1	60	100	30
	5	120	200	60
	10	180	300	90
Torneira de Jardim/tanque	5	60	100	40
	10	120	200	80
	15	180	300	120
Mictório com registro	0,25	2,50	3,75	2
	0,5	5,00	7,50	4
Chuveiro	1	10	15	8
	5	75	100	70
	10	150	120	140
	15	225	300	210

Fonte: Adaptado de (DECA, 2010).

2.1.3 Gerenciamento do Consumo

A medição individualizada por unidade consumidora gera uma maior responsabilidade por parte dos moradores, que passam a pagar o volume exato que consomem. Com isso elimina-se a cobrança em forma de rateio (medição é realizada por um único medidor de vazão e a cobrança é dividida entre os moradores). Esta ação é reforçada pelo fato de que a tarifação é um agente de grande eficiência, pois com a ocorrência de tarifas elevadas, o desperdício tende a ser menor (SANTOS, 2002).

Tamaki e *Gonçalves* (2004) apresentaram três objetivos principais a serem alcançados através da medição individualizada: a) Acompanhamento e controle de consumos, com o objetivo de obter o total conhecimento dos mesmos; b) Economia financeira ou do próprio volume consumido, decorrente de um acompanhamento mais preciso do perfil de consumo dos usuários e c) Cobrança justa de consumo da água de cada consumidor.

Segundo *Coelho* e *Maynard* (1999), as principais vantagens da medição individualizada podem ser observadas sob três aspectos: sob a ótica do consumidor, da concessionária responsável pelo abastecimento e do construtor, sendo estas vantagens relacionadas a seguir.

Na ótica do consumidor, paga-se só o que é consumido, ou seja, um usuário não arca com o pagamento do desperdício de água realizado pelos demais usuários. No caso de inadimplência, apenas o usuário em débito sofrerá as conseqüências do não pagamento. Finalmente, *Coelho* e *Maynard* (1999) citam que, pode ocorrer uma redução de até 50% no valor pago pela utilização da água.

Sob o ponto de vista da concessionária, há as seguintes vantagens: redução na inadimplência, pois apenas os maus pagadores sofrerão cortes de água, e normalmente estes se tornam bons pagadores; redução no consumo de água, que pode chegar a 30%; o número de reclamações de consumo diminuiria, representando uma melhoria na imagem da empresa perante o consumidor e, finalmente, um aumento em torno de 21% no faturamento, em conseqüência da tarifa progressiva. Confirmando, o que foi apresentado pelos autores, *Tomaz* (1998) já afirmava que o uso da medição individualizada minimiza o consumo de água de 15 a 30%.

Sob o ponto de vista dos construtores, podem-se citar duas vantagens principais, no que diz respeito à adoção do sistema de medição individualizada: em projetos elaborados de forma criteriosa, pode-se chegar a uma economia de até 22% nas instalações hidráulicas, e uma

facilidade maior na venda de um imóvel com este tipo de sistema (COELHO e MAYNARD, 1999).

Yamada et al. (2001) apresentaram como vantagens da medição individualizada uma maior consciência do usuário sobre o uso da água, uma vez que o mesmo estaria pagando efetivamente pelo que consome. Com relação ao condomínio, os autores citam a facilidade e eficiência na detecção de desperdícios, em forma de vazamentos, das unidades residenciais.

Para a utilização do sistema de medição individualizada em construção de novos edifícios, Coelho e *Maynard* (1999) apresentaram os critérios mínimos que devem ser observados nos projetos das instalações prediais de água fria, a saber: a) atender aos objetivos especificados na NBR 5626/98 (ABNT 1998) – Instalações Prediais de Água Fria, no que diz respeito ao fornecimento, qualidade de água e ruídos das instalações, garantindo desta maneira o conforto do usuário; b) propor que, preferencialmente, cada unidade seja alimentada através de um único ponto; c) não permitir a interligação de ramais de alimentação de unidades residenciais distintas; d) instalar os hidrômetros em locais de fácil acesso, de acordo com uma padronização e próximos às unidades de consumo, de forma a facilitar a leitura dos mesmos; e) realizar o correto dimensionamento das tubulações e dos hidrômetros, de forma a garantir o abastecimento das unidades, quando do uso simultâneo de pontos de consumo; e f) evitar a utilização de válvulas de descarga, pois estas necessitam de uma vazão instantânea superior àquela do hidrômetro adequado a este tipo de usuário.

De maneira análoga, *Tamaki* e Gonçalves (2004) apresentaram algumas condições para que a adoção da medição individualizada em edificações se tornasse eficaz, em termos de economia de água, se verifica: manutenção das condições de funcionamento dos sistemas de suprimento de água fria e do funcionamento adequado dos aparelhos sanitários; o gerenciamento adequado dos resultados obtidos com a medição individualizada, no que concerne à aquisição de dados e consumo de água; na avaliação da implementação da medição individualizada, sob o ponto de vista de consumo de água e expectativa de benefícios obtidos.

A individualização de edificações antigas que utilizam medição de água única, na maioria das vezes é possível, no entanto é importante que seja realizado um estudo prévio de viabilidade técnica-financeira da implantação, que deve ser realizado por um profissional habilitado e qualificado.

2.1.4 Programas de sensibilização dos usuários

O programa de sensibilização dos usuários consiste na como a forma de comunicação destinada aos usuários, através de palestras realizadas a funcionários de cozinha, lanchonetes, laboratórios, de limpeza, àqueles responsáveis pela manutenção de sistemas prediais, além da própria população, com objetivo de informá-los dos procedimentos adequados para a realização de seus serviços, bem como na forma correta de utilização dos aparelhos hidrossanitário (GONÇALVES *et al.*, 1999 b).

O Programa Nacional de Combate ao Desperdício da Água (PNCDA) apresentou sugestões nesse sentido, a saber, (GONÇALVES *et al.* 1999 b): Cursos de pesquisa de vazamentos ministrados pelas concessionárias ou outras entidades; Palestras de procedimentos para a higienização de utensílios de cozinha e preparação de alimentos; Palestras que abordem procedimentos de limpeza geral, limpeza, de reservatórios e irrigação de jardins, dentre outras.

2.1.5 Ações de detecção e correção de vazamentos

Uma das medidas de controle de perdas, de suma importância no combate ao desperdício da água, diz respeito à detecção e correção de vazamentos.

Os vazamentos ocorrem devido ao desgaste normal dos componentes, segundo Gonçalves *et al.*, (1999b), pois, na maioria dos casos, a vida útil das instalações hidráulicas, principalmente, das tubulações, é menor que a do edifício. Os vazamentos podem ocorrer por longos períodos, em edifícios onde as instalações são de difícil vistoria, apresentando os chamados “vazamentos não visíveis” e isso acarreta grandes desperdícios e danos à construção. Para a detecção de vazamentos, especialmente os não visíveis, os autores apresentam os principais indícios da existência dos mesmos: a) Aumento do consumo de água sem causa justificada; b) Manchas de umidade em paredes, lajes e pisos; c) Acionamento contínuo do sistema de recalque e d) Crescimento de vegetação em juntas de pavimentação.

Os referidos autores recomendam como medidas preventivas de combate aos vazamentos as seguintes ações: a) Projeto hidráulico que contemple o fácil acesso ao sistema, facilitando as manutenções preventivas e corretivas; b) Manutenção da pressão hidráulica do sistema, para que a mesma não supere o valor recomendado pela NBR 5626 (ABNT 1998); e c) Monitoramento do consumo da água, com a verificação das medições do hidrômetro, no

mínimo uma vez ao mês e no mesmo horário, para que sejam identificados aumentos de consumo sem razão aparente, o que é um forte indício da ocorrência de vazamento.

Além dos indícios de vazamento apresentados acima, são citadas também outras formas de detecção de vazamentos: Em caixas ou válvulas de descargas: testes de cinza de cigarro, papel higiênico, entre outros. Em válvulas de admissão de caixa de descarga e reservatórios, recomenda-se, para o primeiro, o teste do corante e para o segundo tipo, recomenda-se que o extravasor se encontre em locais de passagem e de fácil visualização, quando da ocorrência de algum extravasamento de água. Quanto às tubulações, existe uma recomendação de caráter preventivo, que é a realização do teste de estanqueidade através da pressurização da rede, antes da aplicação do revestimento na alvenaria. Para tubulações já instaladas, a recomendação ao usuário é que sempre fique alerta quanto à formação de bolhas, manchas e bolor nos revestimentos de paredes que contenham tubulações, pois estes são fortes indícios da existência de vazamentos.

Quanto aos vazamentos não visíveis, os autores recomendam os seguintes métodos para sua detecção: Teste do hidrômetro - utilizado em alimentador predial; Teste da sucção - utilizado em alimentador predial, quando da dificuldade de acesso ao reservatório; Teste do reservatório - utilizado para a verificação de infiltração no reservatório; Teste do corante - utilizado em bacias sanitárias; Geofonia eletrônica - haste de escuta e correlação de ruídos para a detecção de vazamento em sistema hidráulico, sendo necessária uma pressão hidráulica mínima no sistema de 103 KPa.

Como aplicação prática de detecção e correção de vazamentos, cita-se o estudo realizado em uma Escola Estadual de São Paulo, a Fernão Dias Paes, no período de novembro a dezembro de 1997, onde se obteve uma redução de aproximadamente 92% no consumo médio mensal com relação ao período de agosto de 1996 a dezembro de 1997 (GONÇALVES, *et al.*, 1999b).

Santos (2002) introduziu um conceito relativo às perdas existentes em sistemas prediais hidráulicos, ou seja, o “Desperdício Qualitativo da Água”, que seria o “volume de água potável que é inviabilizado qualitativamente para o consumo”. A água potável é definida como aquela que atende aos padrões de qualidade estabelecidos na Portaria Nº 518 de 2004, do Ministério da Saúde e a inviabilização qualitativa é a contaminação desta água potável.

O desperdício qualitativo ocorre em locais pontuais do sistema hidráulico predial como, por exemplo, contaminação da água por retrossifonagem nos pontos de utilização, contaminação nas tubulações devido a uma distribuição inadequada do sistema predial de esgotos e de água onde, através de um ponto de infiltração, as águas servidas adentram o sistema predial de água, ou ainda pela corrosão dos metais que constituem as tubulações, como registros ou a própria tubulação. Os reservatórios são os pontos de maior potencialidade de contaminação, sendo que os principais fatores responsáveis por isso são as falhas construtivas, que podem ocasionar a infiltração de águas servidas ou contaminadas, bem como a entrada de animais pelo extravasor e pelas aberturas de acessos e a separação atmosférica inadequada.

2.2 FONTES ALTERNATIVAS DE ÁGUA

Define-se como fontes alternativas aquelas que não originam do sistema público de abastecimento. Serão abordadas neste item as águas residuais, as águas pluviais, e as águas subterrâneas.

a) Águas residuárias

São denominadas águas residuárias aqueles efluentes provenientes do uso em chuveiros, lavatórios, bidês, tanques e máquinas de lavar roupas. No aspecto quantitativo já se conhece a grande potencialidade de seu uso, sendo este uso justificado no âmbito doméstico. *O Draft Greywater Reuse Guidelines* (Esboço de Diretrizes para Reuso de Águas Cinza), da Austrália, estabelece que as águas cinza também abrangem os esgotos de cozinha, mas com uma ressalva onde esta água cinza se caracteriza por ser densamente poluída, devido aos produtos químicos provenientes de produtos de limpeza e detergentes, os quais são prejudiciais à estrutura do solo, plantas e a recarga da água subterrânea, além do que, as partículas sólidas de comida e de gordura são de difícil estabilização. Por tais motivos recomenda-se a não utilização destes esgotos em qualquer sistema de águas cinza (AUSTRÁLIA, 2002). Reforçando esta análise, *Eriksson et al.*, (2002) afirmam que o esgoto da pia de cozinha pode conter vários tipos de microrganismos devidos aos resíduos de alimentos.

Segundo *Al-Jayyousi* (2003), muitos países têm utilizado água cinza para atender diversas necessidades. O Japão utiliza a água cinza para atender a demanda crescente de água decorrente de sua alta densidade populacional e pequeno espaço de terra. Já os Estados Unidos, Arábia Saudita e Jordânia utilizam a água cinza para suprir as necessidades

decorrentes das regiões secas e áridas daqueles países. Na Alemanha, a utilização da água cinza é realizada em bacias sanitárias, irrigação e jardinagem.

Diversos estudos realizados no Brasil e no exterior, indicam que as águas cinza contêm elevados teores de matérias orgânicas, de sulfatos, além de turbidez e de moderada contaminação fecal. Outros estudos comprovaram também a presença de compostos orgânicos rapidamente biodegradáveis na sua constituição. Por tais motivos, seu reuso direto nas edificações (em estado bruto) não é recomendável, tendo em vista, sobretudo, o aspecto desagradável e à possibilidade de produção de mau cheiro nas instalações sanitárias (*DIXON et al*, 1999). Para a obtenção de água de reuso com baixa turbidez, inodora e isenta de microrganismos patogênicos, um tratamento a nível secundário seguido de desinfecção é necessário.

As características da água cinza dependem, segundo *Eriksson et al.*, (2002), da qualidade da água de abastecimento, do tipo de rede de distribuição, tanto para a água de suprimento, quanto para a água cinza (lixiviação da tubulação, processos químicos e biológicos do biofilme sobre a parede das tubulações) e pelas atividades desenvolvidas na residência.

Salienta-se que, para o uso das águas cinza, existe a necessidade de um tratamento destas águas, para que se atinja a segurança sanitária necessária ao uso a que se destina, sendo que, quanto mais nobre for este uso e mais sofisticado o tratamento, maior será o custo, além da necessidade um sistema de gestão que garanta a segurança no uso dessa fonte alternativa (*SANTOS*, 2002).

United States (2004) apresenta no Manual para Reuso da Água (*Guidelines for Water Reuse*), diversos tipos de reuso: reuso urbano, industrial, na agricultura, ambiental e recreação, recarga de água subterrânea e acréscimo ao sistema de fornecimento de água potável.

Al-Jayyousi (2003) apresenta duas tipologias de tratamento de água cinza: o sistema básico de dois estágios e os sistemas biológicos. O primeiro é composto de uma filtração grosseira, seguido de desinfecção por cloro, e o segundo é composto de reatores biológicos de tratamento, como lodos ativados ou filtros biológicos, combinados com membranas filtrantes. São os chamados bioreatores de membrana.

Jefferson et al., (1999) apresentam um sistema simples de tratamento de água cinza, utilizado no Reino Unido, constituído de uma filtração grosseira através de uma tela metálica, seguido

de desinfecção por cloro ou bromo, sendo verificada a ausência de coliformes fecais no seu efluente. Cabe salientar que, quando no uso deste sistema, foram constatadas falhas periódicas no sistema de desinfecção, fazendo com que os efluentes apresentassem valores de coliformes fecais superiores aos solicitados pelas agências regulamentadoras, como a EPA.

b) Águas pluviais

As águas pluviais são uma importante fonte alternativa de água, especialmente em regiões em que existam chuvas volumosas e freqüentes. Qualitativamente existem muitas pesquisas cujo objetivo é determinar a qualidade dessas águas, porém, a maioria delas estuda as águas captadas diretamente da atmosfera, sem ter ocorrido o contato físico das mesmas com estruturas, como coberturas de edificações. Considerando que a coleta da água das chuvas se dá após o seu contato com as instalações de drenagem das edificações, é clara a necessidade de se determinar a qualidade das mesmas após estes contatos físicos.

Para *Todd e Vittori (1997)*, se deve ter dois tipos de cuidados, quanto ao risco à saúde humana e quanto à estética, no que diz respeito à qualidade das águas de chuva. No primeiro caso, as águas de chuva captadas, em qualquer área, carregam alguns contaminantes, como algas, coliformes, bactérias e protozoários, para dentro da cisterna ou tanque de armazenamento. Portanto, há a necessidade de se avaliar parâmetros relacionados a estes contaminantes.

Quanto à estética, os parâmetros a serem avaliados para a água da chuva são: cor, odor, sabor e dureza. A Figura 2.4 apresenta, segundo cada tipo de uso a que se destina a água de chuva, os alguns parâmetros que necessitam ser avaliados.



Figura 2. 4: Parâmetros qualitativos da água de chuva para usos específicos.

Fonte: Traduzido de (TODD; VITTORI, 1997).

Com referência à determinação do volume ofertado, *Fendrich* (2004) sugere uma metodologia de cálculo onde se descarte o primeiro volume da água de chuva através de um sedimentador e um volume de armazenamento. Para o sedimentador, o referido autor cita a metodologia adotada por Tomaz (1998), onde se descarta uma chuva inicial compreendida entre 0,4 a 1,5 mm/m² de área de captação. Outro ponto importante é a determinação da quantidade armazenável de água de chuva, segundo *Fendrich* (2004), a qual considera o histórico de precipitação pluviométrica da região avaliada.

A água pluvial, ao escoar pela área de captação (telhado ou lajes de cobertura), carrega impurezas como folhas, poeira, excremento de aves, entre outros (*FENDRICH*, 2004). O autor sugere o descarte de um volume inicial da precipitação objetivando eliminar as impurezas provenientes das áreas de captação, conforme acima quantificado.

No mercado brasileiro, existem alguns sistemas prontos, cuja intenção é realizar esta filtragem. A *3P Technik* do Brasil Ltda. apresenta um filtro, por onde passa a água de chuva coletada, o qual garante, segundo a empresa, uma eficiência entre 90 a 95% de remoção de sólidos.

O filtro *3P Technik*, além de ser considerado um separador de material grosseiro, funciona indiretamente como um sistema de descarte, mesmo que não seja o desejado. A forma de seu gradeamento assemelha-se a de um vertedouro, assim grande parte da água segue para a saída de folhas e galhos.

Segundo *3P Technik* (2005), o funcionamento do sistema de coleta e aproveitamento de água de chuva utilizando um filtro VF1 ocorre da seguinte maneira: a água de chuva passa pelo condutor horizontal e desce pelo condutor vertical, passa pelo filtro VF1 onde ocorre a separação dos detritos como folhas e galhos.

O Estado de Goiás, em particular a cidade de Goiânia, com relação à pluviometria, caracteriza-se pela ocorrência de duas estações no ano, uma seca no inverno, e outra chuvosa no verão. Devido a este fato, os núcleos urbanos vêm enfrentando problemas de escassez de água e também de alagamento de vias públicas, causado pelas chuvas de verão, que possuem grande intensidade pluviométrica e são de curta duração.

Uma forma de auxiliar na solução desses transtornos é com o desenvolvimento de pesquisas que propiciem construir e estudar sistemas alternativos como o caso do aproveitamento de

água de chuva, normalmente subdividido em três partes: coleta, armazenagem e utilização de água de chuva. Sendo assim, busca-se responder as seguintes perguntas:

- quais as características construtivas mais comuns entre os sistemas de captação de água de chuva, para se ter o melhor aproveitamento?
- esta água pode ser armazenada para ser utilizada no período de estiagem? Por quanto tempo?
- um tratamento simples de sedimentação e filtração lenta propicia a utilização da água de chuva para fins não potáveis em edifícios?
- qual o desempenho do sistema 3P Technik, ou similar comercializado no Brasil?

Com a motivação de responder estes questionamentos foi desenvolvida esta pesquisa, focando a construção de um sistema de aproveitamento de água de chuva, contendo os principais componentes apresentados em sistemas de outros países. O mesmo foi executado no Laboratório de Sistemas Prediais da Escola de Engenharia Civil da Universidade Federal de Goiás. Desta forma, foi possível avaliar a qualidade da água de chuva, ao longo do período de estiagem, armazenada em reservatórios de PVC e de alvenaria revestido com argamassa (PAULA, 2005).

Em se tratando da concepção de edificações de baixo impacto ambiental, os sistemas de aproveitamento de água de chuva representam soluções de grande importância para a obtenção de um bom desempenho no quesito conservação da água. Dentre as possíveis aplicações de água de chuva em sistemas hidráulico-sanitários domiciliares que não demandam água potável, podem ser citadas: descarga de bacias sanitárias, irrigação de áreas verdes, lavagem de pisos e de carros, lavagem de roupas, abastecimento de fontes e de espelhos de água, e até banho, devendo ser desenvolvido sistemas de tratamento de água compatíveis com os usos que exijam água de melhor qualidade, em caso de usos múltiplos.

O índice mais comum relativo ao uso da água em áreas urbanas é o “consumo diário per capita”, expresso em litros por habitante por dia (L/hab.dia). A agenda 21 havia proposto como meta de fornecimento de água tratada para 2005 o consumo diário per capita de 40 litros (ONU, 1992). Esse valor era semelhante ao proposto pelo Banco Mundial e pela

Organização Mundial da Saúde: suprimento mínimo de 20 a 40 litros/pessoa.dia, de acordo com Gonçalves (2006).

Desta forma, considerando apenas a relação entre os possíveis usos de água de chuva e o potencial de suprimento dos sistemas de aproveitamento de água de chuva, pode-se afirmar, avaliando as pesquisas realizadas, que esses sistemas são perfeitamente viáveis segundo Gonçalves (2006).

c) Águas subterrâneas

As águas subterrâneas são as fontes mais abundantes de abastecimento de água ao homem, pelo fato de que 97% da água doce disponível no planeta encontra-se no subsolo.

Dados da UNESCO, datados do final da década de 90, apresentaram que 300 milhões de poços de água foram perfurados entre os anos de 1970 e 1995. Cerca de 50% da população total do planeta nesta ocasião era abastecida por esta alternativa de fornecimento de água, além de que 90 milhões de hectares de terra eram irrigados da mesma forma.

Nos Estados Unidos, 39% dos serviços municipais de abastecimento são realizados através do fornecimento de água subterrânea, enquanto na União Européia esta porcentagem é praticamente o dobro, cerca de 75% dos serviços públicos de abastecimento utilizam esta fonte, sendo que em países como Alemanha, Áustria, Bélgica, Dinamarca e Suécia, o percentual de abastecimento por água subterrânea chega a superar os 90% (FEITOSA *apud* MANOEL FILHO, 2000).

Dados do IBGE de 1991 apresentam que 61% da população brasileira é abastecida por água subterrânea, onde 43% são abastecidos através de poços tubulares, 12% através de fontes ou nascentes e 6% através de poços escavados.

Segundo esses mesmos autores, ao contrário das águas superficiais, as águas subterrâneas possuem um ciclo de renovação muito lento, pois não estão expostas diretamente a ações climatológicas. Com isso, o seu tempo de trânsito se torna longo. Essas águas se encontram localizadas nos aquíferos regionais, originárias de acúmulos que podem se estender a milhares de anos. Apesar desta grande fonte, a extração da mesma não pode ser realizada sem um plano de gestão, por implicar, por exemplo, em uma maior retirada do que a capacidade de recarga do aquífero.

Lóaiciga e Leipnik (2001) citam que a retirada de um aquífero não deve ser maior do que sua capacidade de recarga natural, para que, com isso, se garanta a sustentabilidade do mesmo.

Quanto à qualidade requerida para a água subterrânea, esta vai depender do uso a que se destina, se será utilizada como água potável, água industrial ou água para a agricultura. A determinação de padrões de qualidade da água depende da escolha adequada dos parâmetros, físicos, químicos e biológicos a serem analisados, além da determinação dos métodos e padrões de apresentação dos resultados analíticos (BARBANTI; PARENTE, 2002).

2.3 PROGRAMAS DE AÇÕES DE CONSERVAÇÃO DA ÁGUA

Quando bem sucedidos, os programas dessa natureza resultam nas conservações de água, energia, menor produção de esgoto sanitário e na proteção dos mananciais de água. A conservação de água compreende o uso racional da mesma, que pressupõe o uso eficiente, e o uso de outras fontes alternativas de água. O aproveitamento ou reuso da água é o processo pelo qual a água, tratada ou não, é reutilizada para o mesmo ou outro fim. Essa reutilização pode ser direta ou indireta, decorrente de ações planejadas ou não. A utilização de fontes alternativas de água é, portanto, uma importante medida de racionalização, por evitar a utilização das fontes convencionais de suprimento (mananciais subterrâneos ou superficiais).

Para a efetiva redução do consumo de água, são práticas particularmente eficientes a eliminação ou a redução extrema de água potável como meio de transporte para os dejetos humanos e, num segundo momento, sua substituição por águas menos nobres provenientes, por exemplo, de componentes não sanitários da edificação. Soluções que preservam a quantidade e a qualidade da água passam necessariamente por uma revisão do uso da água nas residências, tendo como meta a redução do consumo de água potável e, concomitantemente, da produção de águas residuárias. Nesse contexto, as fontes alternativas de água e o reuso dela na escala das residências são opções que despertam o maior interesse, considerando-se que o consumo nessa escala em áreas densamente urbanizadas pode atingir 50% do consumo total.

No Brasil, houve algumas iniciativas do poder público e da sociedade no intuito de se aplicarem ações de conservação da água, como por exemplo, o Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (PNCDA), o qual é administrado pelo Governo Federal e estabelece ações de combate ao desperdício da água nos três níveis de atuação, ou seja, ao

nível das bacias hidrográficas, ao nível dos sistemas de abastecimento público de água e, finalmente, ao nível dos sistemas prediais hidráulicos sanitários.

O Programa de Uso Racional da Água (PURA), desenvolvido inicialmente em São Paulo, que atua sobre os sistemas prediais, com o intuito de promover o uso racional da água nestes sistemas. A concepção deste programa se deve ao fato da necessidade de se atender três objetivos básicos: criação de modelos com a intenção de se quantificar a eficiência do uso de aparelhos economizadores de água, em sistemas hidráulicos prediais; proporcionar à população o uso da água de forma conservativa e racional, através do desenvolvimento e disponibilização de produtos que atingissem tal objetivo; embasamento das ações do programa através da geração de documentos técnicos e institucionais.

Na esfera internacional, citam-se alguns exemplos de ações tomadas por diversos países, como são os casos do México, da África do Sul e do Japão (BARRETO, 1998).

No México, o enfoque foi o de atuar sobre o setor público de abastecimento, a racionalização do uso da água, modificação dos critérios de abastecimento, distribuição, uso e consumo de água ações tomadas pelo programa contemplaram cinco objetivos: elevar ao máximo o uso das redes de abastecimento; melhorar a administração dos serviços de água e saneamento; regulamentar as prestações de serviços; induzir o usuário ao uso racional da água e minimizar o consumo das instalações sanitárias.

Na África do Sul, a *National Building Research Institute* (NBRI) realizou pesquisas no nível micro, onde foram avaliadas características como descarga, volumes, vazamentos e taxas de vazão, em vários tipos de aparelhos sanitários.

Devido à escassez de recursos naturais a subsistência do Japão, depende significativamente de ações mitigadoras do desperdício e da conservação da água, por tal motivo, várias idéias e técnicas são constantemente discutidas e desenvolvidas, sendo que os principais aspectos avaliados são a economia, o desenvolvimento de novos aparelhos economizadores de água, esclarecimento à população sobre a necessidade de racionamento e economia de água e, também, a prática do reuso da água.

Visando atingir estes objetivos, foram tomadas medidas como, a macro e micro medição, a manutenção preventiva, campanhas de conscientização, incentivos fiscais, linhas de crédito,

criação de normas oficiais para a fabricação de aparelhos sanitários de menor consumo, dentre outras.

2.4 PROGRAMA DE GESTÃO DO USO DA ÁGUA EM EDIFICAÇÕES

O Programa de Gestão do Uso da Água em Edificações (PGUAE) visa estabelecer uma metodologia para a gestão da água na edificação considerando os aspectos qualitativos e quantitativos. Para que tal objetivo seja alcançado torna-se necessário: caracterização do consumo de água; caracterização das ações de economia de água; avaliação da aplicabilidade integrada das ações de economia de água e, finalmente, confecção do plano de gestão do uso da água. Essas etapas serão detalhadas a seguir.

a) Consumo da água

A caracterização do consumo de água da edificação pode ser temporal ou funcional. A caracterização temporal se traduz em um acompanhamento do histórico do consumo da água da edificação, enquanto que a caracterização funcional seria a parametrização do consumo, em função dos diversos usos pertinentes na edificação. A obtenção destes parâmetros objetiva a identificação da hierarquia do consumo, baseada na magnitude do mesmo, visando identificar ações de economia de água prioritárias.

O levantamento do histórico do consumo é de extrema importância, pois permite analisar, ao longo do tempo, as influências do comportamento do consumidor, do desempenho dos sistemas prediais de água fria e quente, da sazonalidade, entre outras variáveis relacionadas ao consumo de água. A parametrização do consumo visa hierarquizar as ações de economia a serem tomadas, baseada na magnitude do consumo da água na edificação (GONÇALVES, 2006).

b) Ações de economia da água

As ações de economia de água tratam da definição e verificação da exequibilidade das mesmas, observando a relação entre os benefícios, riscos e custos associados. O benefício é avaliado em função do potencial de economia de água em nível predial e da bacia hidrográfica. A análise do o risco envolvido abrange a avaliação dos riscos sanitários possíveis relacionados ao uso de fontes alternativas. Finalmente, os custos econômicos

associados à relação benefício *versus* risco, previamente admitida, é que apontam a viabilidade do projeto.

Um exemplo a ser abordado é o da bacia sanitária de 6,80 litros de descarga. Comparada àquela de 12,00 litros de descarga, tem-se a significativa economia de 50% de volume de água por descarga, para a maioria dos usuários. Nesta ótica, considerando que o usuário utilize a bacia sanitária convencional (12,00 litros) quatro vezes por dia, seu gasto é da ordem de 48,00 litros por dia. Para Gonçalves (2006) a substituição desta bacia convencional de 12,00 litros por uma economizadora de 6,80 litros, seu consumo passa para 27,20 litros diários, economizando, portanto o volume diário de 20,80 litros.

Segundo Gonçalves (2006), no caso da água cinza, é possível fazer uma simulação similar para cada usuário. Considerando que o chuveiro tenha uma vazão específica de 0,10 litros por segundo e que o mesmo seja acionado apenas 1 vez por dia, durante 10 minutos, o volume consumido de água é de 60,00 litros. Considerando também que o usuário utilize 5 vezes por dia o lavatório, durando 30 segundos cada utilização, com vazão específica de 0,10 litros por segundo, o volume consumido de água é de 15,00 litros. Logo, diante destas alternativas, o consumo *per capita* por dia no lavatório e no chuveiro é na ordem de 75,00 litros. Considerando este volume como volume potencial de água cinza, e admitindo-se perdas na ordem de 5 % no sistema predial de água cinza, o volume disponibilizado seria na ordem de 71,00 litros. Em contrapartida, a descarga da bacia sanitária consome em média de 10,00 a 12,00 litros de água potável a cada vez que é acionada e, supondo que o usuário a utilize quatro vezes ao dia, o consumo é de 48,00 litros de água (GONÇALVES, 2006). Conclui-se então, que se a água cinza puder ser reutilizada em lugar da água potável na descarga da bacia sanitária, já existiria a possibilidade de uma economia de 48,00 litros de água potável restando, ainda, 23,00 litros para outros fins menos nobres.

Os benefícios decorrentes da conscientização também merecem atenção, conforme comentado anteriormente. No caso do morador, por exemplo, uma nova postura de racionalização seria efetivamente uma poderosa ação de conservação de água, conforme exemplificado a seguir. Considere-se o consumo *per capita* diário de 132,00 litros e que, no ato de escovar os dentes, o usuário leve aproximadamente 3,00 minutos. Admitindo-se uma vazão de 0,10 litros por segundo para o lavatório, e que o usuário ao escovar os dentes permaneça com a torneira aberta (água corrente) durante 3,00 minutos, o mesmo consumirá aproximadamente 18 litros (GONÇALVES, 2006).

Porém, se em uma atitude mais racional, a torneira permanecer aberta apenas durante 30 segundos, duração esta considerada como razoável na escovação dos dentes, o volume consumido será de apenas 3,0 litros. Nesta atitude econômica, portanto, serão poupados 15 litros. Caso o usuário, em sua residência, escove os dentes duas vezes por dia, serão poupados 30 litros, valor este que é de aproximadamente 22 % do consumo *per capita* diário de 132 litros.

Com relação aos custos, destacam-se os seguintes exemplos: no primeiro, respectivo a água cinza, cabe comentar a simulação desenvolvida por *Chahin et al.* (1999), para um prédio residencial de 15 andares com 4 apartamentos por andar, situado em São Paulo. O custo inicial de implantação do sistema de água cinza seria na ordem de R\$ 17.000,00 (valores de 1998). O custo de operação foi estimado em R\$ 300,00/mês. A economia mensal decorrente da implantação foi na ordem de R\$ 2.600,00. Considerando-se estas condições, os autores avaliaram que, em sete meses de economia de água e, conseqüentemente, de recursos financeiros, o investimento seria totalmente amortizado. *Gelt et al.* (1999), por sua vez, estimou o custo de tratamento e distribuição de água cinza, em residências, na ordem de US\$ 1.500,00. Já o reservatório de acumulação, com volume aproximado de 19.000 L, foi orçado na faixa de US\$ 0,13 por litro.

Quanto aos custos de sistemas de aproveitamento da água pluvial, Tomaz (1998) apresentou valores para reservatórios de acumulação. Considerando que o reservatório seja de fibra de vidro, o citado autor apresenta valores médios (para volumes na faixa de 600 a 20.000 litros) de US\$ 0,35/litro para reservatório enterrado e US\$ 0,175/litro para reservatório apoiado. Saliente-se que estão sendo considerados também os custos do reservatório de auto limpeza e da bomba flutuante.

Quanto aos riscos sanitários, cabe inicialmente considerar que são admitidos como aqueles associados ao uso de água contaminada, conforme já comentado. Neste sentido, e trabalhando apenas no universo da edificação, existem riscos no consumo da água potável que eventualmente teve sua qualidade original alterada, na utilização da água cinza e no aproveitamento da água da chuva.

Nardocci (2003) discutiu que há uma grande preocupação da sociedade com o reuso da água. Esta preocupação baseou-se em dois motivos principais: a poluição dos recursos hídricos e as limitações das técnicas de tratamento de efluentes (membranas), pois as mesmas não são

totalmente eficientes na remoção de todas as substâncias indesejadas da água, isso apesar dos grandes avanços tecnológicos da área. Por tais motivos, existe a necessidade de se fornecer, aos tomadores de decisão, o maior número de informações claras e precisas quanto à questão dos riscos.

c) Ações de economia de água

Nesta etapa faz-se a avaliação conjunta das ações viáveis de economia de água, vislumbrando a relação entre os três critérios benefício, risco e custo.

É importante enfatizar que o benefício é avaliado em função da economia de água prevista, enquanto o risco é avaliado em função da segurança sanitária. O custo, por sua vez, deve considerar a maximização da economia conjuntamente com a minimização do risco.

A operacionalização da avaliação e, conseqüentemente, a confecção do Plano de Gestão do Uso da Água serão realizadas através de ferramentas de análise, como a análise multicritério ou programação linear. Avaliadas as aplicabilidades das ações de conservação de água, para aquelas efetivamente aplicáveis, faz-se necessário hierarquizá-las quanto à preferência de aplicação ao longo do tempo. Para tanto, são utilizados sistemas de apoio à decisão, para a posterior confecção do Plano de Gestão do Uso da Água nas Edificações.

d) Gestão de Uso de Água

A última fase do Programa, depois de caracterizados os usos e as ações de economia, e avaliada a aplicabilidade integrada de tais ações, torna-se possível propor um planejamento otimizado que promova a economia esperada e garanta a segurança sanitária. Este planejamento é oriundo da aplicabilidade integrada das ações da economia obtida e do risco sanitário associado. O resultado desta análise embasará, portanto, a confecção do Plano de Gestão do Uso da Água.

3 METODOLOGIA

Este capítulo apresenta a metodologia utilizada para a realização da pesquisa visando à implantação de um programa permanente de conservação de água em uma edificação tipo administrativa.

A metodologia a ser apresentada contempla inicialmente uma introdução, onde são apresentadas as principais ações realizadas no desenvolvimento deste trabalho. Em seguida, apresenta a estrutura idealizada para realização de uma aplicação prática, seguida do detalhamento das etapas de cada fase utilizada para a execução do caso de estudo.

3.1 INTRODUÇÃO

A pesquisa iniciou-se com a definição dos objetivos, que foi influenciada pela necessidade de implantar um programa piloto de conservação da água, visando sensibilizar a alta direção da Universidade, assim como toda comunidade envolvida no primeiro momento, com a importância da redução do consumo melhoria da imagem da instituição sobre o uso racional da água.

Com os objetivos definidos iniciou-se o levantamento bibliográfico sobre o assunto, visando estender as ações para as demais edificações contribuindo para a identificação de uma metodologia adequada considerando a realidade da instituição - falta de recursos financeiros, poucos funcionários na manutenção e falta de cadastramento das redes de água tratada na maioria das edificações. Este levantamento se estendeu durante toda a realização da pesquisa visando obter o estado da arte relacionado com o tema abordado.

Após a identificação e adequação da metodologia foi desenvolvido o estudo de caso, que teve o prédio da Reitoria da Universidade Federal de Goiás como edificação escolhida para o estudo. A escolha dessa edificação deveu-se principalmente a existência de cadastramento da rede de água tratada naquela região, o que possibilitou a instalação de um medidor de vazão exclusivo para o prédio, e a partir daí, a obtenção dos dados diários de consumo. Após a coleta dos dados, a realização das intervenções e análise dos resultados obtidos levantou-se as conclusões que foram apresentadas no último capítulo. As principais etapas da realização desta pesquisa estão ilustradas no Fluxograma apresentado na Figura 3.1.

A pesquisa desenvolvida contemplou a idealização e realização de um estudo de caso, cuja implantação foi dividida em três fases distintas: a) Ações Preliminares, na qual foi realizado um diagnóstico contemplando as avaliações técnicas, levantamento de dados e estudadas as demandas e alternativas de intervenções; b) Ações Intermediárias, onde foi realizado o planejamento e implantação de ações, abrangendo monitoramentos iniciais, implantação das adequações dos processos e equipamentos; e c) Ações Posteriores, onde iniciou-se o processo de gestão que incluiu pesquisas de satisfação, monitoramento e a análise técnica e econômica dos benefícios obtidos.

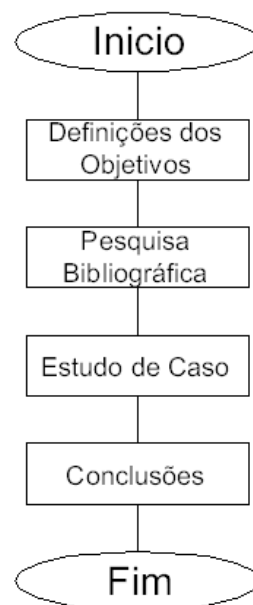


Figura 3. 1 Fluxograma das etapas para realização da pesquisa.

Cada etapa das três fases foi composta por diversas atividades, através das quais foram obtidos produtos e adquiridos conhecimentos que, após terem sido avaliados de forma sistêmica subsidiaram a consolidação das ações de Conservação de Água em uma edificação a serem estabelecidas.

O Fluxograma para o desenvolvimento do estudo de caso está apresentado na Figura 3.2. A primeira etapa consistiu na escolha da edificação utilizada para o estudo prático. Inicialmente foram selecionadas três tipologias diferentes: um bloco de salas de aulas – Centro de aulas B; dois prédios administrativos – Reitoria e prédio da Faculdade de Administração e Contabilidade. Porém devido às obras em andamento financiadas pelo Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (Reuni) que sofreram

atrasos nos cronogramas originais, escolheu-se o prédio da Reitoria além dos motivos acima mencionados, pelo fato de haver um grande fluxo de pessoas, gerando um consumo de água representativo, e por abrigar unidades estratégicas da UFG.

Os itens seguintes detalham as etapas de cada fase que foram realizadas para o desenvolvimento do estudo de caso acima mencionado.

3.2 AVALIAÇÃO/DIAGNÓSTICO

Na fase denominada de ações preliminares, contemplando o diagnóstico inicial, foram realizadas as avaliações técnicas os levantamentos da demanda o controle de pressão e a análise de qualidade da água. Estas etapas serão detalhadas a seguir.

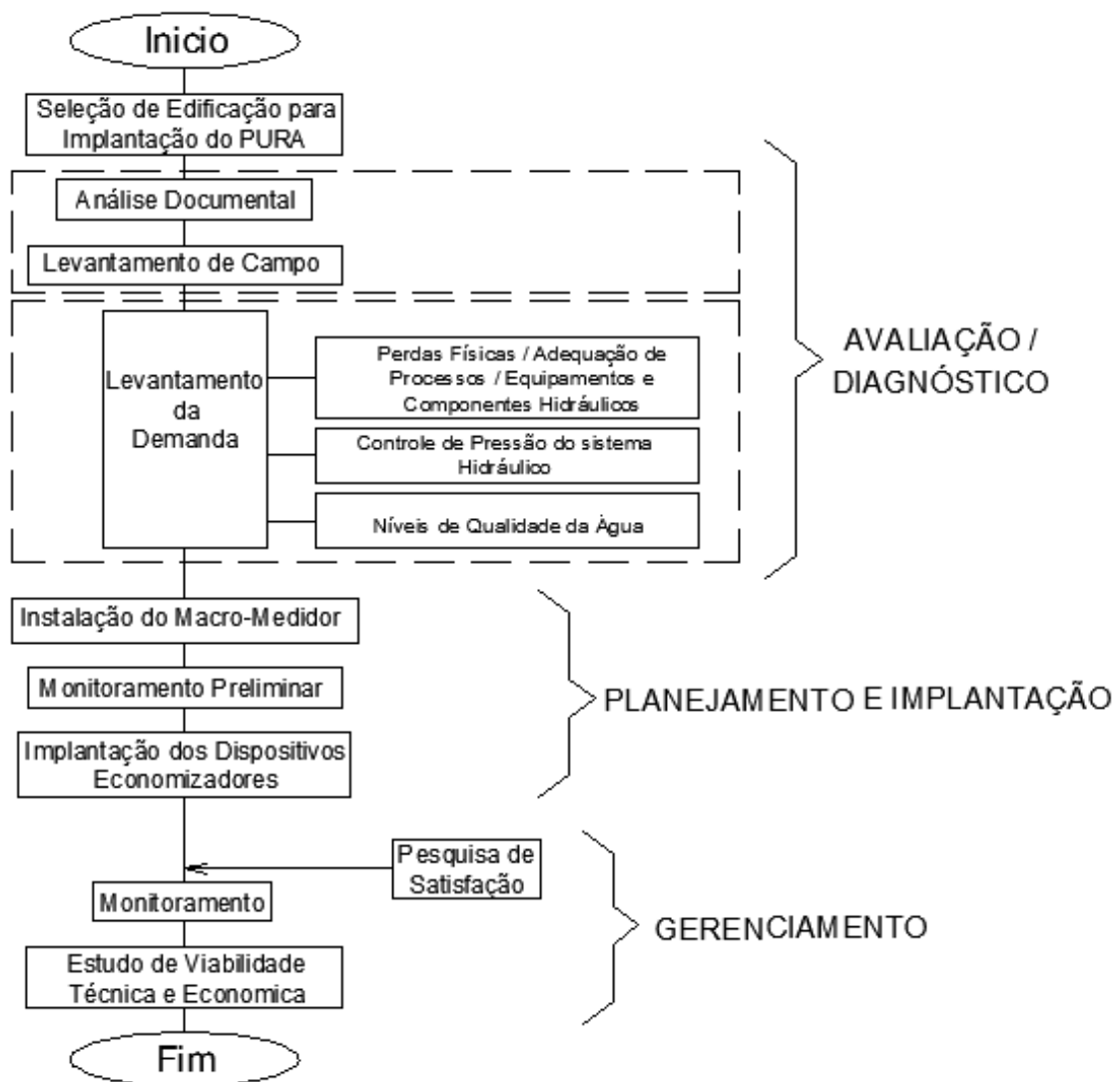


Figura 3. 2 Fluxograma para desenvolvimento do estudo de caso.

3.2.1 Avaliação técnica

Esta etapa consistiu no levantamento de todos os dados e informações que envolviam o uso da água na edificação escolhida. Compreendeu o mapeamento dos usos da água no prédio da Reitoria, através da análise do sistema hidráulico, processos e usuários que utilizavam água e dos índices de consumo. A Avaliação Técnica foi iniciada com a análise dos documentos disponíveis, seguida de levantamentos de campo.

a) Análise documental

Nesta etapa foram reunidos e analisados os documentos e informações disponíveis que pudessem auxiliar o entendimento da edificação sob a ótica do uso da água. Incluem nestes documentos os projetos hidráulicos, estruturais, climatização e arquitetura.

Com os dados obtidos, foi possível realizar uma primeira avaliação macro do fluxo de água na edificação, sendo em muitos casos possível determinar a quantidade de água necessária para prover os usos específicos. De posse dessas informações, foram propostos indicadores de consumo visando identificar aqueles mais apropriados ao estudo da edificação considerada, como por exemplo: litros por funcionário, litros por refeição preparada (cozinha ou restaurante).

b) Levantamento de Campo

Após a fase de coleta de informações por meio de documentos, foi planejado e realizado o levantamento de campo, por técnicos da própria edificação devidamente capacitados ou especialistas externos. O objetivo almejado para esta etapa foi de avaliar no local as instalações e aspectos gerais da edificação, para detalhamento e confirmação dos dados obtidos e pesquisa das demais informações necessárias. Além disso, foi avaliar no local os diferentes tipos de uso da água. Foram avaliados os procedimentos que utilizavam a água, condições dos sistemas hidráulicos, perdas físicas, usos e usuários envolvidos. A seguir, passou-se para a próxima etapa correspondente aos estudos da demanda.

3.2.2 Levantamento da demanda

Com base nos dados coletados na fase anterior, iniciou-se a avaliação da demanda de água. Nesta fase, foram feitas a identificação dos diferentes tipos de demandas para a quantificação do volume de consumo de água inicial e das intervenções necessárias para otimização do consumo e minimização de efluentes.

Para tal, foram avaliados os seguintes tópicos para consolidação das possíveis configurações de implantação de Programas de Conservação de Água: perdas físicas, processos que utilizam água, equipamentos hidráulicos e pressão do sistema hidráulico.

Por meio da Avaliação da Demanda de Água obteve-se o diagnóstico das perdas e usos exagerados, bem como dos impactos gerados pelas ações tecnológicas prováveis para adequação dos usos e processos para otimização do consumo.

Com a conclusão dessa etapa foram obtidos os seguintes conhecimentos que foram usados para caracterizar o uso atual da edificação em relação à água: distribuição do consumo de água; distribuição do consumo de água pelos grandes consumidores da edificação e geração de efluentes atual da edificação.

a) Perdas Físicas

Esta etapa consistiu na visita às instalações hidráulicas da edificação em estudo na tentativa de identificar algum tipo de perda, tanto visíveis como invisíveis tais como: gotejamento ou escoamento de água, manchas de umidade em paredes e pisos, sons de escoamento, entrada de água permanente no reservatório. Com base nas informações coletadas na primeira fase e agora detalhadas e analisadas, foi traçado o plano de minimização de perdas, para as correções necessárias.

b) Adequação de Processos

Nesta etapa foram estabelecidos procedimentos e rotinas específicas que garantirão o uso apropriado da água para as atividades consumidoras, caso se detecte algum problema nos processos atuais. Devido às características da edificação: prédio administrativo, que não exige usos especiais, normalmente este tipo de edificação não necessita de adequação de processos visando à execução de procedimentos específicos.

c) Equipamentos e Componentes Hidráulicos

Esta fase incluiu uma análise detalhada dos equipamentos e componentes hidráulicos presentes na edificação verificando se os mesmos estavam adequados considerando os tipos de usuários e a pressão de trabalho disponível, com o objetivo de mantendo ou até mesmo melhorar o conforto dos usuários e diminuir o consumo.

3.2.3 Controle de Pressão do Sistema Hidráulico

Devido às características do edifício escolhido, dois pavimentos e barrilete, não houve a necessidade de instalação de equipamentos que controlassem a pressão. Foi constatada que a pressão disponibilizada encontra-se em faixas adequadas para o funcionamento dos equipamentos hidráulicos.

3.2.4 Níveis de Qualidade da Água

Foi constatada que a água fornecida pela concessionária local atende as recomendações da Organização Mundial de Saúde (OMS) e Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde, conforme relatório da concessionária de água e esgoto.

3.3 PLANEJAMENTO E IMPLANTAÇÃO

Este item contempla as ações intermediárias relativas ao caso de estudo no prédio da reitoria, relativos os planejamento e implementações das ações economizadoras e incluindo as seguintes etapas: instalação do macro-medidor (hidrômetro), realização do monitoramento preliminar do consumo e a instalação dos dispositivos economizadores.

3.3.1 Instalação do Macro-Medidor

Durante a avaliação técnica da edificação verificou que a mesma não continha um medidor adequado para verificação do consumo. Desta forma foi instalado um hidrômetro hidromecânico no ramal alimentador do prédio. Tal procedimento mostrou-se necessário devido ao fato de que todo o complexo universitário conta com apenas com um aparelho de medição de consumo na saída da estação de tratamento de água tratada.

Após a instalação do macro-medidor específico para o prédio da reitoria foi elaborado o cronograma de implantação, a especificação do sistema de monitoramento do consumo, foi projetada cada intervenção tanto descritivamente como graficamente, elaborado a especificação de sistemas, materiais e equipamentos a serem instalados e detalhados os procedimentos de manutenção e operação dos equipamentos e sistemas.

3.3.2 Monitoramento Preliminar

Após a instalação do hidrômetro o consumo da edificação foi monitorado por quatro meses, sem nenhum tipo de intervenção na edificação, o que possibilitou um diagnóstico do consumo antes das intervenções.

3.3.3 Implantação dos Dispositivos Economizadores

Foram instalados componentes economizadores adequados ao tipo de utilização da edificação. Nesta etapa foi realizada a substituição dos seguintes componentes hidráulicos: torneiras comuns de lavatório por torneiras hidromecânicas, registro de gaveta nos mictórios por válvula hidromecânicas, torneiras das pias comum por torneiras com arejadores, além da regulagem das válvulas de descargas dos sanitários. Estes procedimentos foram realizados em dois dias.

Após a instalação dos componentes economizadores foi realizado um acompanhamento diário do consumo para verificar o alcance da meta de redução do consumo. O acompanhamento da implementação das ações foi realizado por profissional capacitado, garantido assim a total concordância com o projeto proposto.

3.4 GERENCIAMENTO

Após a implantação das ações economizadoras, iniciou-se a etapa de gerenciamento do sistema que contemplou inicialmente uma pesquisa de satisfação dos usuários, o monitoramento do consumo e posteriormente um estudo de viabilidade técnica e econômica visando avaliar o custo-benefício em se adotar ações de conservação da água visando o seu uso racional e sustentável na edificação.

3.4.1 Pesquisa de Satisfação dos Usuários

Imediatamente após a implementação dos componentes economizadores foi realizada uma pesquisa de satisfação do usuário em relação à substituição dos aparelhos. O formulário utilizado para a coleta de dados está incluído no Anexo 3. Esta pesquisa visou verificar a satisfação do usuário com relação às adequações efetuadas nos banheiros, copa e cantina.

3.4.2 Monitoramento

Após instalação do hidrômetro e instalação dos componentes economizadores o consumo da edificação foi monitorado por um período de quatro meses, adicionais contemplando aí todas as intervenções na edificação, o que possibilitou a realização de um diagnóstico do consumo após as intervenções.

3.4.3 Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica

A viabilidade técnica e econômica do programa proposto foi analisada em quatro cenários com as seguintes taxas de juros mensais: 0,00%, 0,75%, 1,50% e 2,25%. No cenário proposto a implementação foi considerada de forma única devido ao baixo custo envolvido, e assim compatibilizado a técnica e a disponibilidade financeira.

a) Análise Técnica e Econômica

A análise técnica econômica foi realizada pelo o método do Valor Presente Líquido, pois este método determina um valor no instante inicial, a partir de um fluxo de caixa que considera uma série de despesas (valor investidos) e receitas (valor economizado mensalmente). Em uma análise de um fluxo de caixa de uma alternativa “j”, onde ocorrerem receitas e despesas, chama valor presente líquido o somatório de todos os valores envolvidos nos “n” períodos considerados e trazidos ao instante zero. Deve ser considerada uma taxa de juros comparativa “i”.

A Equação 3.1 a ser utilizada para o cálculo do VPL_j (valor presente líquido da alternativa “j”) é apresentada abaixo:

$$VPL_j = \sum F_n (1 + i)^{-n} \quad \text{(Equação 3.1)}$$

Onde:

j varia de 0 a n .

n = número de períodos envolvidos (horizonte);

F_n = cada um dos valores envolvidos no fluxo de caixa e que ocorrem em cada período n ;

i = taxa de juros (%).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste Capítulo, são apresentados os resultados obtidos com o estudo de caso desenvolvido para um edifício administrativo, onde foram aplicadas as ações propostas neste estudo. O estudo de caso apresentado é detalhado de forma a possibilitar uma análise crítica das etapas de implantação propostas, como forma de discussão das dificuldades e identificação de futuras necessidades de pesquisa. Cabe ressaltar que a análise financeira apresentada no estudo considerou para o cálculo do período de retorno, taxa de juros mensais, conforme será exposto no item correspondente.

4.1 AVALIAÇÃO/DIAGNÓSTICO

O estudo de caso considerado neste trabalho foi desenvolvido em um edifício administrativo em operação. Também foi elaborado um Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica para a análise da viabilidade da execução das adequações, concebido sob a ótica do uso racional da água na edificação.

Os itens que se seguem, apresentam os resultados e detalham o estudo elaborado para a edificação – Prédio da Reitoria. Ressalta-se que todos os valores apresentados neste estudo, possuem como base o mês de maio de 2011.

4.1.1 Avaliação técnica

A análise da rotina de funcionamento do edifício mostrou que a principal utilização da água era para o consumo humano, utilizada para banheiros; copas; cantina, lavagem dos filtros dos condicionadores de ar e outros.

As demais atividades que utilizam água (irrigação de jardins e lavagem de pisos, por exemplo) não foram computadas, devido aos pontos de consumo estarem fora da influência do hidrômetro predial – antes deste, portanto, não entraram nos valores medidos diariamente. Por este motivo não serão consideradas no desenvolvimento deste estudo de viabilidade.

O trabalho iniciou-se com a caracterização e escolha da edificação, o que possibilitou a instalação de um hidrômetro específico para aquisição de dados de consumo apenas desta

edificação para que se tornasse conhecido o uso da água no edifício. A Figura 4.1 apresenta a localização do prédio da Reitoria no Campus Samambaia da UFG, indicando a posição do hidrômetro instalado.

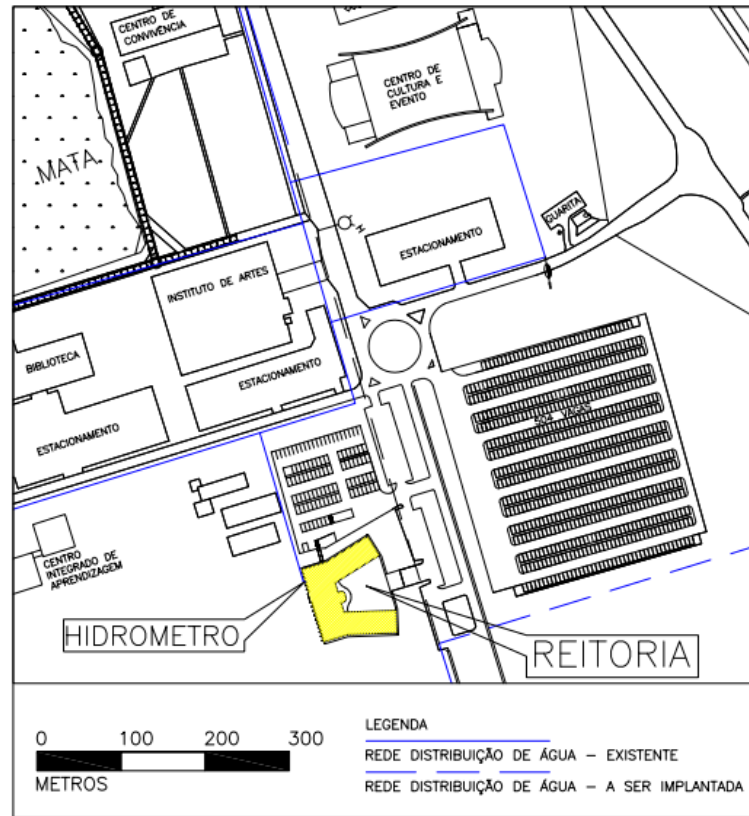


Figura 4. 1: Planta de localização do prédio da Reitoria.

A caracterização da edificação teve fundamental importância no desenvolvimento de um Programa de Uso Racional da Água, uma vez que é através dela que se determina o funcionamento do edifício, no que se refere ao uso da água. A Figura 4.2 esboça as características externas da edificação.

A caracterização da edificação foi iniciada através da resposta às seguintes perguntas? Qual sistema de abastecimento que alimenta a edificação? Qual o número de usuários previstos? Qual o horário de funcionamento do edifício? Quais os tipos de aparelhos sanitários existentes nos banheiros? Quais os tipos aparelhos sanitários existentes nas copas? O que forneceu um panorama geral do uso da água.



Figura 4. 2: Vista externa da edificação.

Através da análise dos projetos de Arquitetura e hidrossanitário do edifício, identificamos os pontos de consumo e atividades consumidoras de água, e assim, definimos as áreas de interesse, banheiros, copa e cantina, para o Programa de Uso Racional da Água.

Pode-se verificar através de dados anteriores que a edificação não contava com um sistema de medição do consumo exclusivo. Tal medição era realizada pela concessionária local na saída da estação de tratamento de água que alimentam toda a área do Campus Samambaia.

A Figura 4.3 mostra a localização do alimentador do campus (Hidrômetro), onde é realizada a medição central, que é controlado pela concessionária de água, Saneamento de Goiás S/A (SANEAGO). O consumo médio anual desse ramal é de aproximadamente 129.407,07 m³, considerando os dados obtidos para os anos de 2008, 2009 e 2010.

Este consumo vem aumentando devido expansão que a Universidade está experimentando nos últimos anos, tanto em quantidade de alunos quanto em área edificada, como consequência do projeto REUNI.

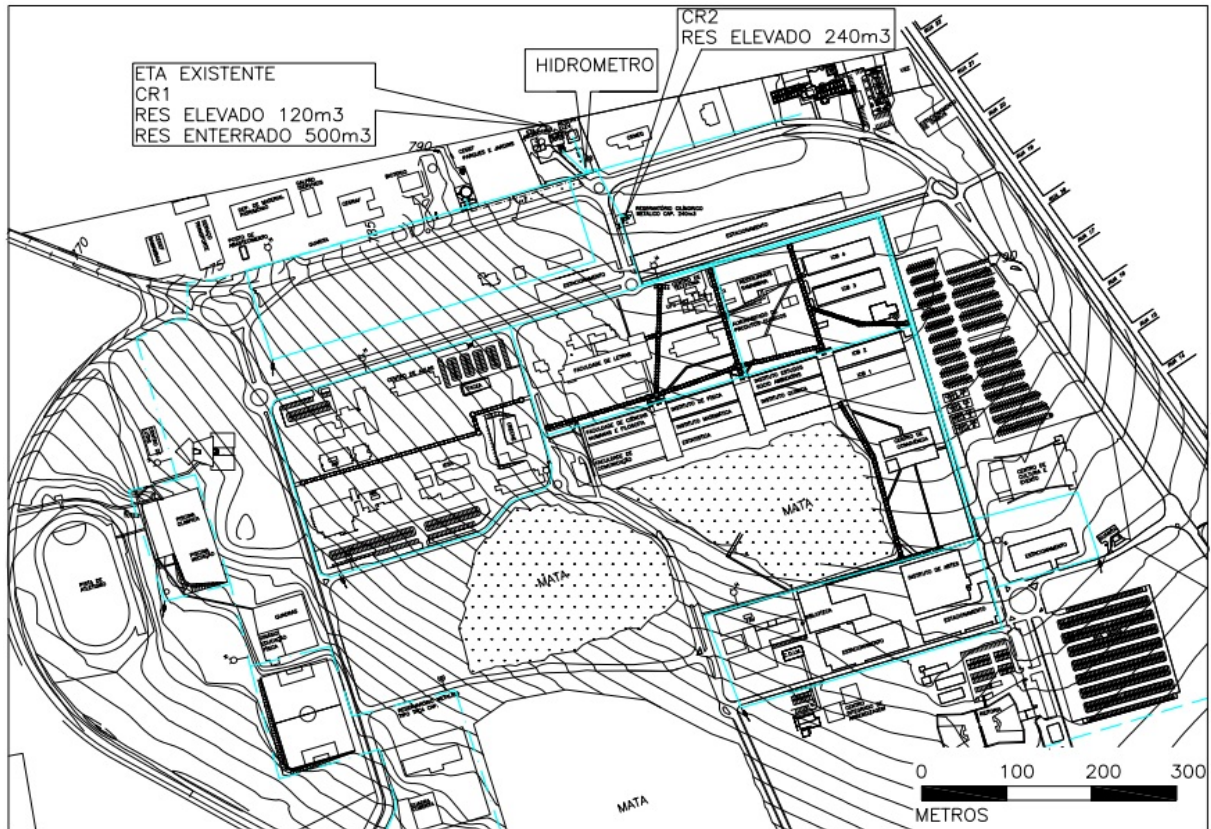


Figura 4.3: Vista parcial do sistema de distribuição de água tratada no Campus Samambaia localização do hidrômetro geral.

O edifício da reitoria, objetivo deste estudo, possui como uso principal, ambientes administrativos. O mesmo é constituído por dois pavimentos com área construída de 2.013,84 m².

O pavimento térreo contém os seguintes ambientes: uma lanchonete, três conjuntos de sanitários e salas administrativas, conforme pode ser visto na Figura 4.4. O pavimento superior possui três conjuntos de sanitários e salas administrativas, conforme ilustrado na Figura 4.6.

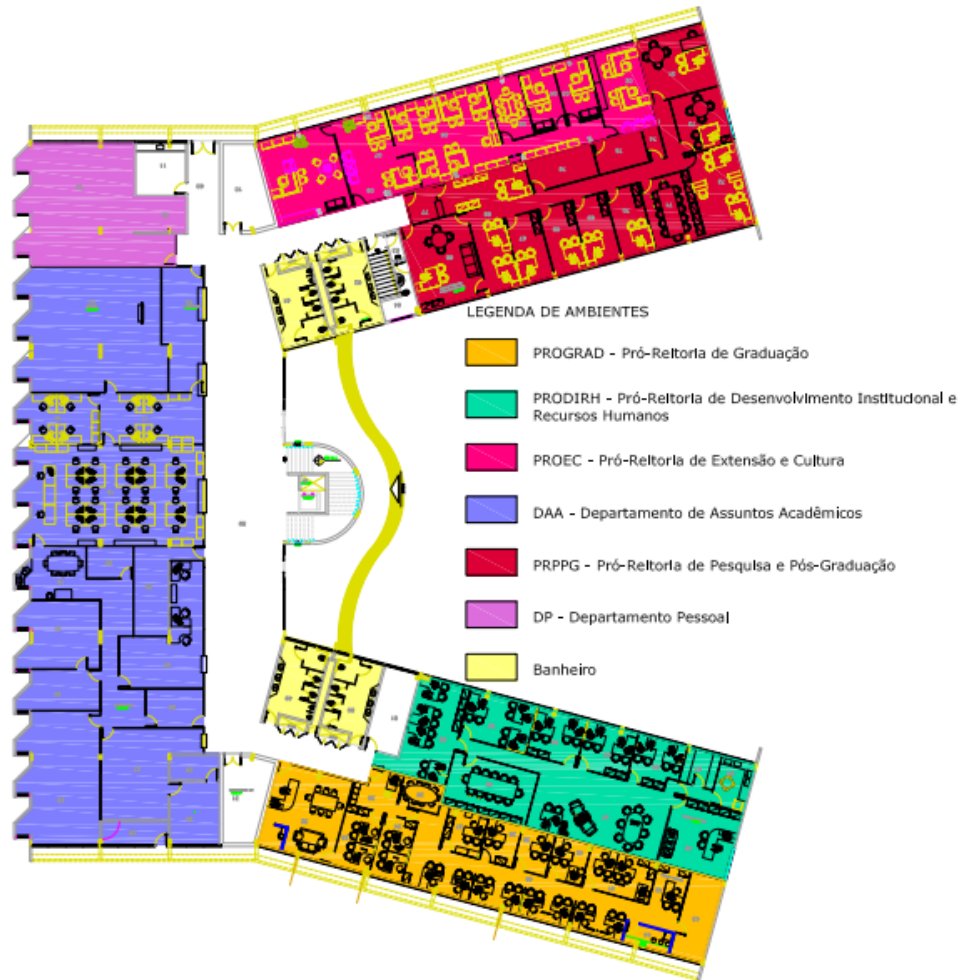


Figura 4. 4: Planta baixa da reitoria, pavimento térreo com legenda de ocupação.

No edifício existe uma lanchonete terceirizada, localizada no pavimento térreo, a qual é um ambiente consumidor de água e, portanto, passou por uma análise específica. Uma vista geral da lanchonete e da copa está ilustrada na Figura 4.5.



Figura 4. 5: Vista da cantina e da copa.

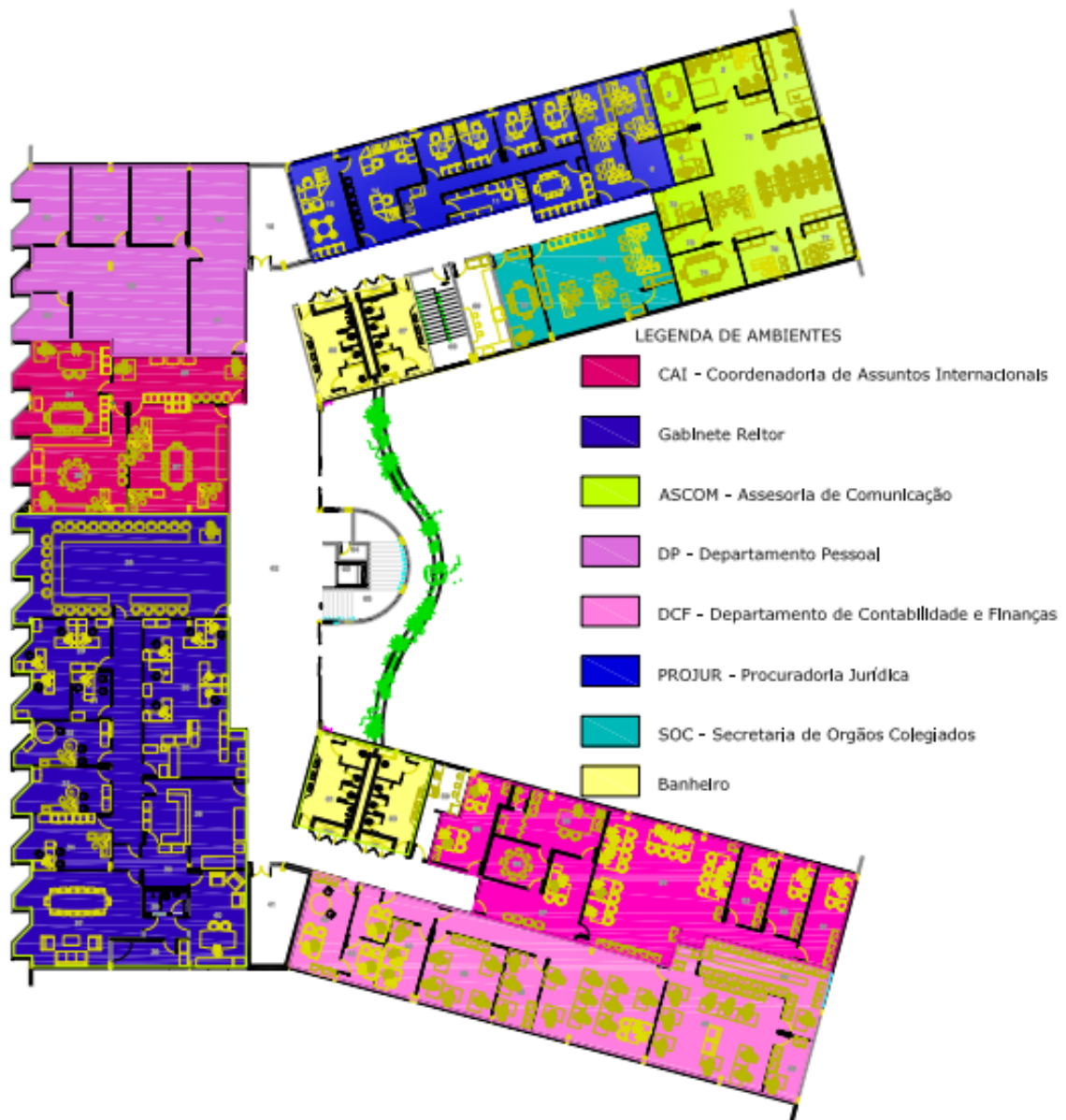


Figura 4. 6: Planta baixa da reitoria, pavimento superior com legenda de ocupação.

a) Avaliação documental

Foram acessados e também analisados, todos os projetos disponibilizados, conforme Figura 4.7. Na análise dos projetos verificou-se que para a edificação não foi prevista a instalação de um hidrômetro para quantificação do volume consumido pelo edifício, verificou-se também que as tubulações existentes são de PVC e que o sistema de alimentação é do tipo indireto, onde o sistema é composto por um alimentador predial com válvula de bóia, subsistema de reservação (neste caso um reservatório superior com duas células) e subsistema de distribuição.

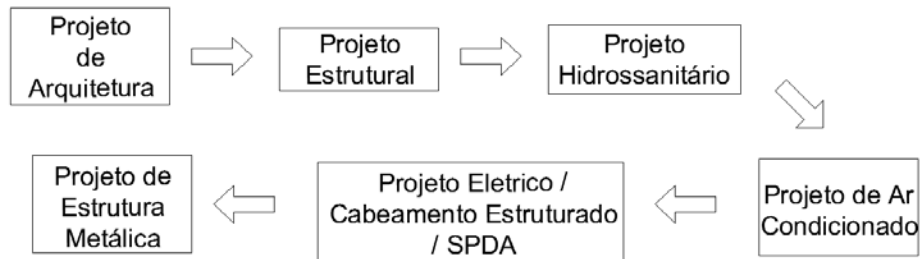


Figura 4. 7: Seqüência dos Projetos analisados.

Em seguida foram cadastrados todos os pontos de consumo de água, identificadas atividades as consumidoras e os tipos de usuários. Ver Quadro 4.1.

Quadro 4. 1: Identificação do local e tipo de pontos de consumo.

Local		Pontos de consumo de água	
Pavimento	Ambiente	Tipos	Quantidade
Térreo	Banheiro Masculino	Bacia Sanitária	06
		Lavatório	08
		Mictórios	04
	Banheiro Feminino	Bacia Sanitária	08
		Lavatório	08
	Copa	Pia	01
	Lanchonete	Pia	01
		Banheiro PRPPG	Bacia Sanitária
		Lavatório	01
Superior	Banheiro Masculino	Bacia Sanitária	06
		Lavatório	08
		Mictórios	04
	Banheiro Feminino	Bacia Sanitária	08
		Lavatório	08
	Copa	Pia	02
	Banheiro Reitoria	Bacia Sanitária	01
		Lavatório	01

b) Levantamento de campo

No levantamento de campo pudesse verificar que a edificação se encontrava em boas condições de conservação, a Figura 4.8 ilustra que as condições físicas atuais da edificação.



Figura 4. 8: Panorama da situação de conservação da edificação.

4.1.2 Levantamento da demanda

a) Perdas Físicas

Verificou também no local que aparentemente não existiam vazamentos tanto visíveis como não visíveis tais como: gotejamento ou escoamento de água, manchas de umidade em paredes e pisos, sons de escoamento, entrada de água permanente no reservatório. Salienta-se que a edificação pode ser considerada nova, pois possui apenas 10 anos que foi inaugurada.

b) Adequação de Processos

Com a análise das informações obtidas, calculadas e estimadas, para esse tipo de edificação objetivando uma redução de consumo em torno de 30%, foi elaborado um plano de intervenções possíveis para a utilização da água no edifício, considerando a situação atual da edificação, que contempla válvula de descargas nos sanitários, torneiras comuns nos lavatórios, registro de pressão nos mictórios e torneiras comuns na pias, conforme pode ser visto em parte na Figura 4.9. A alternativa proposta foi analisada conjuntamente com o Centro de Gestão do Espaço Físico da UFG e, assim, foi definido a implementação do Programa de Uso Racional da Água no edifício da reitoria.



Figura 4. 9: Banheiros antes das intervenções.

c) Equipamentos e Componentes Hidráulicos

Após análise minuciosa, foi constatado que os equipamentos e componentes hidráulicos presentes na edificação são adequados aos tipos de usuários e à pressão de trabalho disponível para os equipamentos em estudo considerando a edificação com dois pavimentos. Assim com os novos aparelhos será mantido ou até mesmo melhorado o conforto dos usuários, além de diminuir o consumo.

4.1.3 Controle de Pressão do Sistema Hidráulico

Devido às características do edifício, dois pavimentos e dotado de barrilete, não houve a necessidade de instalação de equipamentos que controlassem a pressão. Foi constatada que a pressão disponibilizada encontra-se em faixas adequadas para o funcionamento dos equipamentos hidráulicos.

4.1.4 Níveis de Qualidade da Água

A oferta de água é realizada pela concessionária de saneamento básico do Estado, a Saneamento de Goiás S/A (SANEAGO) que possui como meta o fornecimento de água com qualidade adequada para o consumo humano, conforme os padrões de potabilidade regulamentados pela Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde. Além disto, a mesma garantiu um o fornecimento quase contínuo, durante o período pesquisado, sendo que em apenas um dia houve problema de fornecimento de água. O sistema de reserva de água do edifício garante, ainda, o seu pleno funcionamento, mesmo no caso de eventual interrupção. O custo

de tal fornecimento incluído a tarifa de água e esgoto neste caso é de R\$ 8,29/m³, conforme tarifas de água e esgoto praticados pela SANEAGO. Salienta-se que este valor refere-se ao mês de maio de 2011.

4.2 PLANEJAMENTO

Os resultados obtidos nesta fase referem-se, à instalação do macro-medidor, que possibilitou a realização do monitoramento preliminar dos volumes consumidos antes das intervenções e da implantação dos dispositivos economizadores.

4.2.1 Instalação do Macro-Medidor e Monitoramento Preliminar

A avaliação de demanda realizada após a instalação do macro-medidor, levantamento do consumo de água.

O consumo de água da edificação foi obtido através da coleta de dados diários realizada durante 120 dias, iniciada no dia 08 de outubro de 2010, a partir da instalação de hidrômetro mecânico no alimentador predial na área externa da edificação escolhidas para o estudo, conforme Figuras 4.10 e 4.11.

O consumo de água observado no edifício foi em média 8,87 m³/dia, considerando apenas os dias úteis, com um desvio padrão de 3,08.

A Lanchonete, para o caso desta edificação e pelas características do cardápio com lanches rápidos oferecidos aos usuários, apresentou levantou-se um consumo de água estimado de 6,25 litros por lanche preparado, tendo como média de preparação de 100 lanches rápidos por dia, obtendo-se o total de aproximadamente 14,06 m³/mês de consumo de água. Estas informações foram fornecidas pelo responsável pela lanchonete e foi observado pelo levantamento de campo.



Figura 4. 10: Alimentador Predial antes da instalação do hidrômetro.



Figura 4. 11: Alimentador Predial após a instalação do hidrômetro.

Foi verificado um consumo mensal médio de $181,86 \text{ m}^3$, Considerando o período anterior a implementação das ações do Programa de Uso Racional da Água, que ocorreu em 07/02/2011, A Figura 4.12 apresenta os volumes diários observados. Os dados coletados utilizados para a geração do gráfico estão presentes no Anexo A. As leituras foram realizadas de segunda a sexta-feira no período das 14:00 às 15:00 horas. O Quadro 4.2, mostra consumo estimado da

lanchonete e a diferença entre consumo médio medido e estimativa de consumo da lanchonete.

Quadro 4. 2: Distribuição do Consumo Mensal de Água

Atividades Consumidoras	Consumo (m ³ /mês)
Banheiros e Copas	167,80
Lanchonete	14,06
Total	181,86

Evolução do consumo Antes das Intervenções

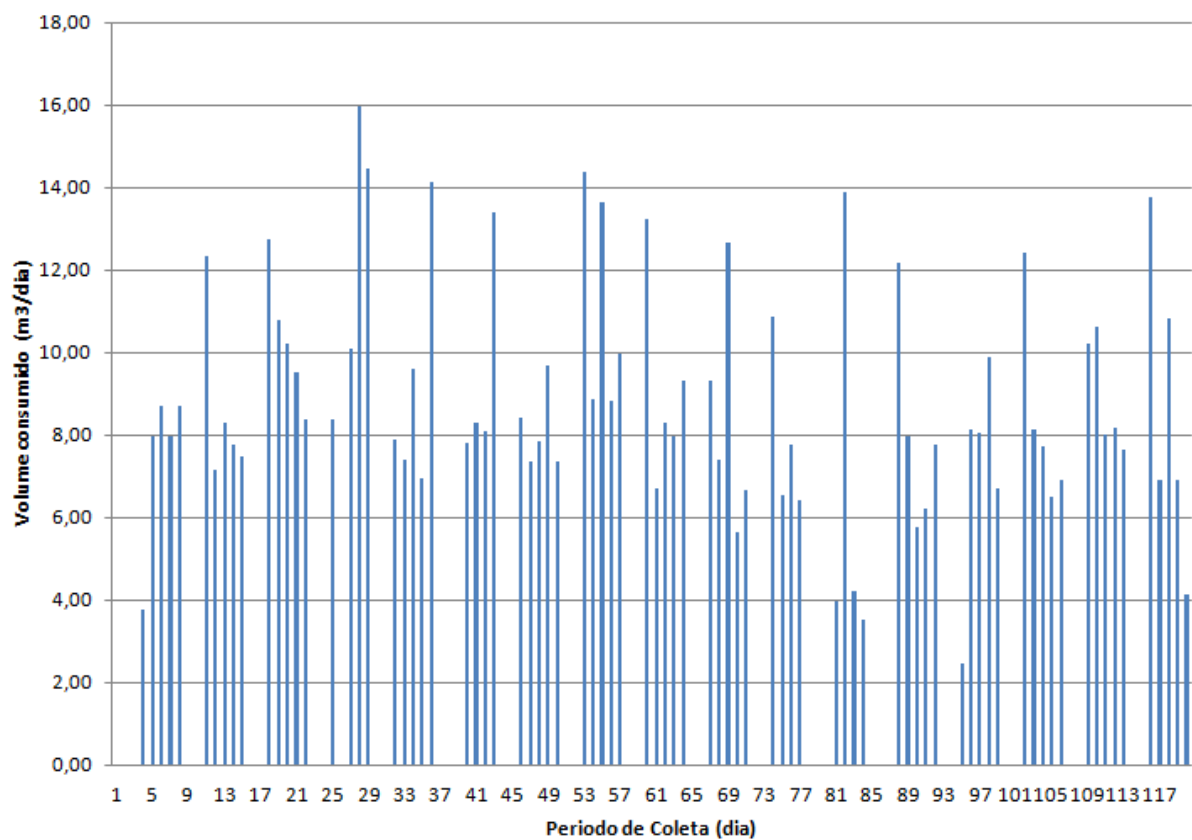


Figura 4. 12: Volumes diários consumidos antes das intervenções.

As intervenções constaram das seguintes ações substituição dos equipamentos hidráulicos, adequados ao uso, instalação de dispositivos para controle e regulação de pressões/vazões e individualização do consumo de água: implantação de sistema mecânico de gerenciamento e supervisão do consumo de água, conforme Quadro 4.3. As intervenções ocorreram em 07/02/2011.

Quadro 4. 3: Adequação dos sistemas hidráulicos.

Ações Tecnológicas	Quantidade
Instalação do hidrômetro com capacidade de 3,00 m ³ /h.	01
Substituição de torneiras de lavatórios convencionais por hidromecânicas.	30
Substituição dos registros de pressão dos mictórios por válvulas hidromecânicas.	09
Substituição das torneiras de pia sem arejadores por torneiras com arejadores	03

4.2.2 Implantação dos Dispositivos Economizadores

As ações de planejamento contemplaram a substituição das torneiras por tipo hidromecânicas e nos mictórios a substituição dos registros por válvulas hidromecânicas individuais, conforme ilustra as Figuras 4.13 e 4.14. Foi considerada também a regulação mensal das válvulas de descarga das bacias sanitárias – uma vez que tais dispositivos não puderam ser substituídos devido ao elevado grau de intervenção nos banheiros da edificação selecionada.



Figura 4. 13: Aparelhos sanitários antes da substituição.



Figura 4. 14: Aparelhos sanitários depois da substituição.

4.3 GERENCIAMENTO

Os resultados obtidos nesta etapa contemplam a quantificação da população fixa e flutuante, a pesquisa satisfação dos usuários e as ações de monitoramento.

4.3.1 Pesquisa de Satisfação dos Usuários e Quantificação da População

Conforme informado pela à administração do prédio e constatado pelas pesquisas de campo, o período de funcionamento do edifício é de segunda a sexta-feira, das 8:00 às 18:00 horas.

Todos os pavimentos possuem condicionamento de ar através de um sistema central tipo *self contained* e *split-system*, cujo funcionamento acompanha o horário de funcionamento do edifício. As centrais de resfriamento do sistema estão instaladas no pavimento térreo e superior, enquanto que as centrais divididas estão espalhadas por diversos ambientes. Para os setores/ambientes com horários de funcionamento diversos, foram previstos sistemas auxiliares para operações fora do horário padrão do edifício.

O horário de funcionamento da lanchonete é de segunda a sexta-feira, das 08:00 às 18:00 horas, seguindo mesmo funcionamento da edificação. Este recebendo aproximadamente 500 pessoas por dia e prepara algo em torno de 150 lanches rápidos por dia, conforme os dados obtidos pela coleta de dados no local, entrevista ao concessionário da lanchonete.

A população do edifício varia consideravelmente pelo fato uma população flutuante que utiliza o prédio da reitoria com as suas diversas unidades para participar de reuniões ou para resolver problemas específicos. Portanto são usuários internos e externos aos quadros da Universidade. Esta população foi quantificada após a contagem dos frequentadores do prédio. De acordo com a informação fornecida pelo levantamento realizado no local, durante uma semana, foram totalizados os dados apresentados no Quadro 4.4, quais sejam: o edifício conta com uma população fixa de 338 usuários, acrescido de 300 pessoas de população variável. Estes valores consideram a ocupação média de 0,33 pessoas/m² de área construída.

Quadro 4. 4: População estimada.

Unidade Administrativa	Numero de Funcionários
PROGRAD	22
PRODIRH	25
PROEC	15
DAA	56
PRPPG	23
DP	53
COPIADORA	1
LANCHONETE	1
CIRCULAÇÃO	1
CAI	8
GABINETE REITOR	24
ASCOM	41
DCF	33
PROJUR	8
SOC	1
COPA	4
PROAD	22
Total	338

Para o desenvolvimento do PURA, os dados anteriores foram utilizados salientado que a este a população fixa de 338 funcionários, considerou os servidores efetivos, terceirizados e estagiários.

A pesquisa de satisfação mostrou que a instalação de equipamentos economizadores teve elevado índice de aceitação por parte dos usuários entrevistados.

Após a pesquisa foram desenvolvidas ações de mobilização dos usuários do prédio em particular os fixos, através de palestras por setores e pela aplicação de um questionário (Anexo C). As palestras versaram sobre as medidas adotadas para a implementação do Programa Uso Racional da Água, onde obtivemos total apoio dos servidores entrevistados em um total de 15 pessoas, escolhidas de forma aleatória nos diversos setores da edificação estudada.

As respostas ao questionário também mostrou total aprovação da substituição das torneiras convencionais por hidromecânicas e dos registros de gaveta nos mictórios por válvulas hidromecânicas.

4.3.2 Monitoramento

O monitoramento do volume diário consumido no edifício foi realizado por um período de 120 dias, semelhante ao período observado antes das intervenções realizadas para a implantação das melhorias. Este monitoramento ocorreu de 07/02/11 à 01/06/2011 seguindo o mesmo critério de medições de segunda a sexta-feira, com medidas tomadas entre 14:00 e 15:00 horas.

As ações realizadas proporcionaram uma redução no consumo médio verificado anteriormente que era de 8,87, caiu para 6,20 m³/dia, com um desvio padrão de 1,35. O consumo médio mensal de água da edificação que era de 181,86 m³ passou 127,20 m³ no período, obtendo-se uma redução de consumo de 30,06%, conforme pode ser verificado no Anexo A e no Gráfico da Figura 4.15.

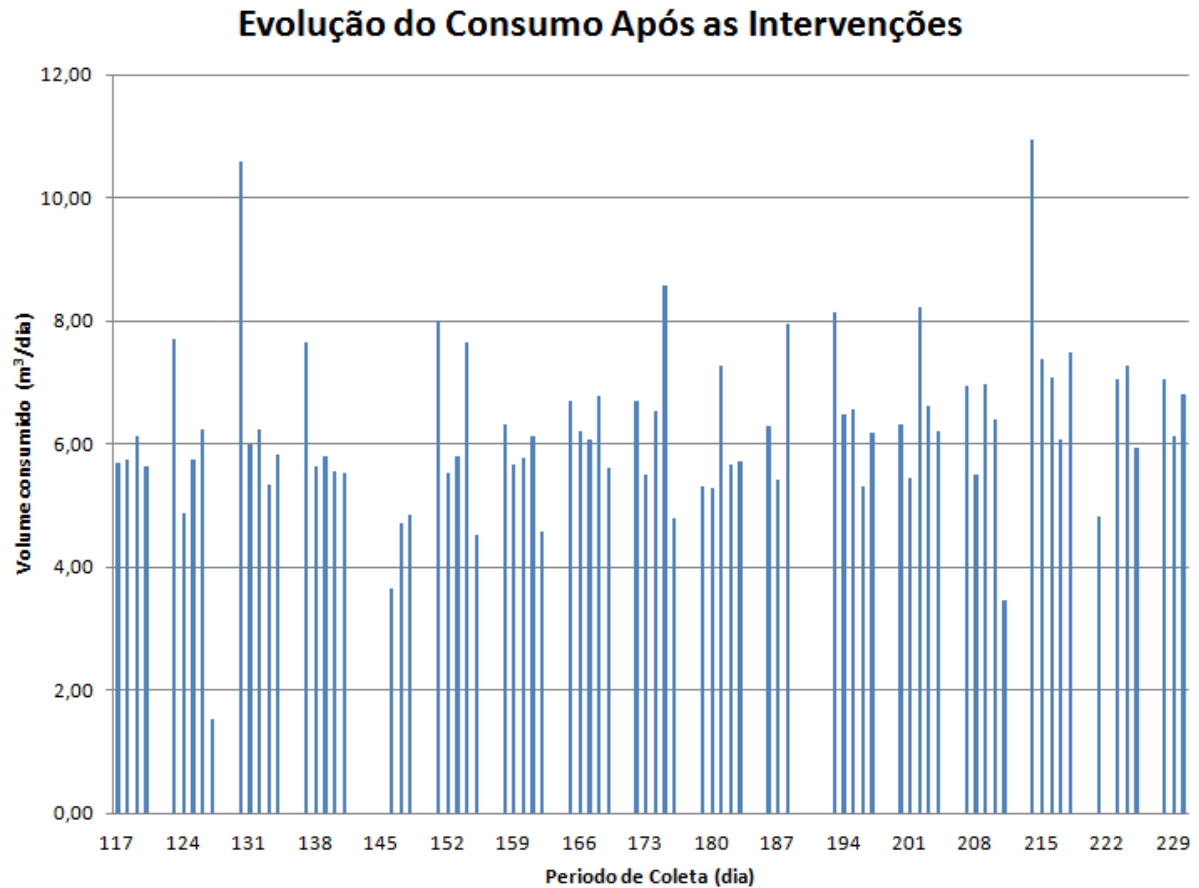


Figura 4. 15: Volumes diários consumidos após as intervenções.

Com essa diminuição do consumo, a conta da concessionária local foi reduzida de aproximadamente de R\$ 450,00. O valor investido foi de R\$ 8.369,84 para a edificação em questão, incluído o valor de aquisição das torneiras e válvulas de mictórios (Anexo B) e mão de obra (um encanador e ajudante de encanador) de instalação e manutenção mensal das instalações.

Estima-se que o período de retorno do valor investido seja de 20 meses, considerando: os preços para aquisição dos equipamentos hidráulicos economizadores, a instalação do hidrômetro mecânico e a manutenção mensal das válvulas de descargas, realizada por um encanador e um ajudante. O Quadro 4.5 apresenta um resumo dos custos relacionado à implantação realizada.

Quadro 4. 5: Custos das implantações.

Cenário	Consumo de Água		Investimento (R\$/m ²)	Redução do consumo (%)
	Volume (m ³ /mês)	Custo (R\$/mês)		
Pré-implantação	181,86	1.507,60	-	-
Pós-implantação	127,20	1.054,48	4,16	30,06

4.3.3 Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica

Um Programa Permanente da Água varia de acordo com as metas estabelecidas pelo gestor, neste caso, o Centro de Gestão do Espaço Físico da UFG. Na composição das possibilidades para desenvolvimento de programas, foram considerados acréscimos de tecnologias de uma forma gradativas, e cumulativas, iniciando-se com atuação na demanda de água.

O estudo realizado quantificou os impactos gerados no consumo de água, investimentos realizados e calculou os períodos de retorno, considerando quatro cenários de taxas de juros diferentes, as taxas de juros escolhidas foram taxas médias de remuneração de capital no período de estudo, conforme especificado no Quadro 4.6.

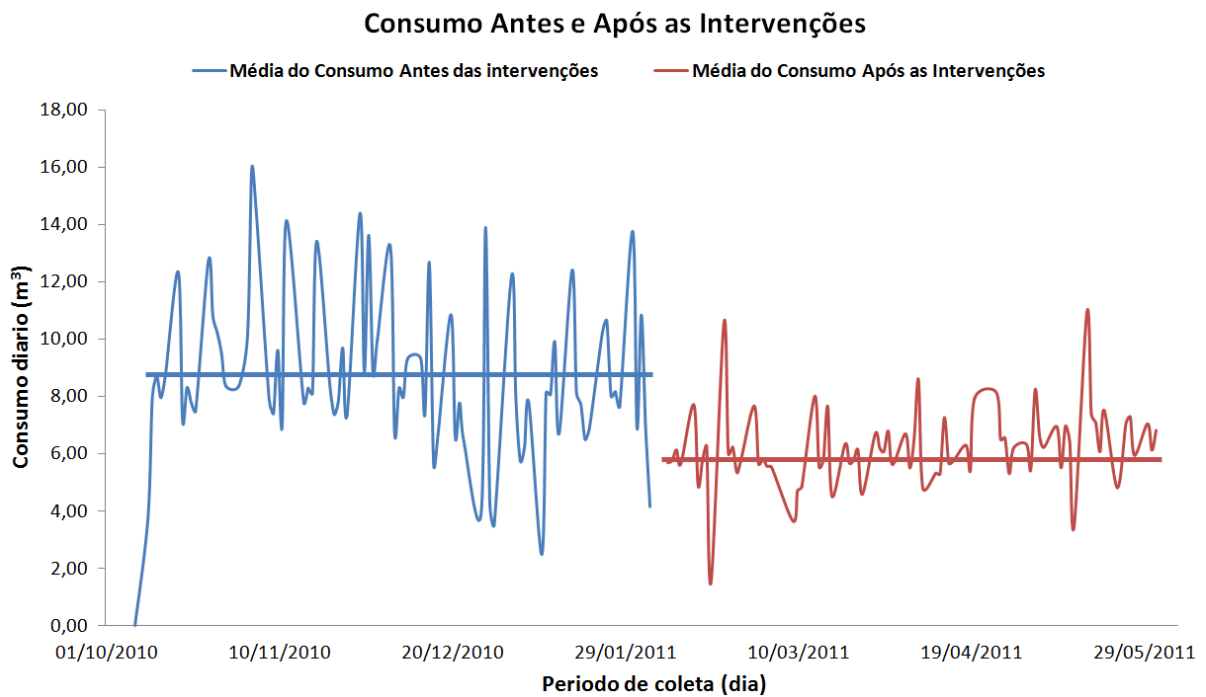
a) Análise Técnica e Econômica

O usuário final tem o benefício da redução do consumo de água, conforme ilustração Figura 4.17, resultado na redução na taxa de água e esgoto. No entanto, em vista da situação econômica atual, tais ações só se concretizam, na prática se puderem gerar diminuição significativo dos gastos, de tal forma a viabilizar os investimentos iniciais necessários.

Através deste estudo fica demonstrada a necessidade de se viabilizar ações econômicas e técnicas de Conservação de Água. Porém, apesar de muito discutida a questão da Conservação de Água por todos os segmentos, ainda hoje tem-se grandes dificuldades em viabilizar as implantações por falta de recursos financeiros dentro da instituição.

Quadro 4. 6: Retorno esperado para o investimento, com diferentes taxas de juros diferentes.

Cenário	Taxa de juros (% ao mês)	Valor do investimento (R\$)	Valor amortizado mensalmente (R\$)	Retorno (meses e dias)
1	0,00	8.369,84	453,12	19 meses e 10 dias
2	0,75	8.369,84	453,12	20 meses e 20 dias
3	1,50	8.369,84	453,12	22 meses e 16 dias
4	2,25	8.369,84	453,12	25 meses e 3 dias

**Figura 4. 16:** Gráfico dos volumes diários antes e após das intervenções.

Neste caso particular, foi possível consolidar o projeto porque o usuário final se sensibilizou suficientemente, a ponto de investir neste imóvel, principalmente, devido às pequenas adequações necessárias e aos valores relativamente baixos de investimento.

Dentro desta implantação, não houve um limitante técnico, porém falta ainda uma maior consciência da questão ambiental, da responsabilidade de cada um perante a preservação dos recursos naturais e incentivos financeiros para tais iniciativas.

5 CONCLUSÃO

A água é um insumo vital não somente à sobrevivência humana, mas de utilização nos segmentos de atividades agrícolas, industriais e comerciais. As ações de Conservação de Água devem ser implementadas em diferentes níveis, considerando desde o uso integrado dos recursos hídricos, tendo como unidade de referência as bacias hidrográficas (nível macro), até ações de redução do consumo de água em edificações (nível micro).

Este estudo propõe a Implantação de Programas de Uso Racional de Água em Edificações com o objetivo de sistematizar as fases necessárias para a otimização de uso e gestão do consumo de água por parte dos gestores das edificações.

O estudo de caso desenvolvido, que aplicou um Programa de Uso racional da Água em uma edificação, possibilitou inferir que as diretrizes propostas neste trabalho são apropriadas para aplicação em diversas tipologias de edificações. Contudo, foi constatado que a multidisciplinaridade dos usos da água existente nas edificações pode dificultar o desenvolvimento dos estudos, exigindo conhecimento técnico específico e medições adequadas.

No estudo de caso desenvolvido, evidenciou-se o fato de que a substituição das torneiras e válvulas de mictórios apresentaram apreciável potencial de redução de consumo de água na edificação. Ao considerar as demais ações de economia expostas neste trabalho, pressupõem-se um incremento significativo nesta potencialidade, cujos impactos esperados em termos de conservação de água, são concretos.

Nota-se uma grande dificuldade na quantificação real, financeira, dos benefícios gerados pela implantação de PCAs. Através da análise econômica são avaliados os benefícios diretos como, por exemplo, redução de custos operacionais, custos relativos aos insumos, entre outros. Porém existem também, por exemplo, os obtidos através da melhoria da imagem da responsabilidade ambiental, de difícil mensuração, bem como dos ganhos ambientais.

O programa implementado produziu uma redução de 181,86 m³ para 127,20 m³ no consumo médio mensal do edifício, gerando redução do consumo de 30,06%. Vale ressaltar que neste estudo os vazamentos não influenciaram o consumo, uma vez que antes da implementação do programa não foram constatados tais problemas, fato que ocorre com frequência na maioria

das edificações, principalmente as mais antigas, ocasionando uma maior redução no consumo. Salientamos que componentes economizadores instalados tiveram elevado índice de aceitação, uma vez que todos os entrevistados aprovaram a substituição, considerando bom o desempenho dos novos aparelhos.

A partir do levantamento do consumo antes e após as intervenções, verificou-se que o valor investido seria pago em aproximadamente 20 meses e 20 dias, considerando a remuneração média do capital investido de 0,75% a.m..

A redução do consumo na unidade e a manutenção dos mesmos níveis de consumo mensal estão intimamente ligados às atividades de manutenção, como regulagem mensal das válvulas de descargas, fazendo necessária a realização de atividades preventivas rotineiras gerenciando permanentemente o desperdício e atuando rapidamente no caso de vazamentos.

Para o desenvolvimento de futuras pesquisas, sugerem-se os seguintes aspectos: estruturação de campanhas educativas no âmbito da Universidade; verificação o efeito do treinamento do pessoal de manutenção na redução do consumo; verificação dos impactos no consumo nos diferentes tipos de edificações; e avaliação da redução do consumo na substituição das bacias convencionais por economizadoras de água no prédio estudado.

6 REFERÊNCIAS

AL-JAYYOUSI, O R. *Greywater reuse: towards sustainable water management. Desalination, Ammam*, v.156, p. 181-192, 2003.

ANA, Agência Nacional da Água – *Conservação e reuso da água em edificações*. 2005.

ANDREOLI, C.V.; DALARMI, O.; LARA, A.I.; ANDREOLI, F.N. *Os mananciais de abastecimento do sistema integrado da região metropolitana de Curitiba*. In: SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 9, 2000, Porto Seguro. Anais. Porto Seguro: ABES, 2000a. p.196-205, 2000a.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Rio de Janeiro. Apresenta o âmbito de atuação dos Comitês Técnicos de Normalização*. Disponível em: < <http://www.abnt.org.br/> >. Acesso em: 30 agosto 2010.

ALMEIDA, G.G.; GONÇALVES, O.M. *Avaliação Durante Operação (ADO) Metodologia Aplicada aos Sistemas Prediais*. São Paulo: Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, 1994. 21p. (Boletim Técnico. EPUSP. BT/PCC/133).

AZEVEDO, L.G.T.; BALTAR, A.M.; FREITAS, P. *A Experiência Internacional*. In: THAME, A.C.M. (Organizador). *A Cobrança pelo Uso da Água*. São Paulo: IQUAL, Instituto de Qualificação e Editoração LTDA, 2000. p.19-27.

AUSTRÁLIA. *Department of Health. Draft guidelines for the reuse of greywater in western Austrália*. Austrália, 2002. Disponível em:

<www.health.wa.gov.au/publications/documents/HP8122%20Greywater%20Reuse%20Draft%20Guidelines.pdf>. Acesso em: 30 agosto. 2010.

BARBANTI, N. R.; PARENTE, K. S. *Águas subterrâneas: alternativa para abastecimento*. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL, 28, 2002, Cancún. Anais.

BARRETO, D. *Economia de água em edifícios: uma questão do programa de necessidades*. São Paulo, 1998. 324 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade de São Paulo.

BRASIL. *Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano*. PNCD: Plano Nacional de Combate ao Desperdício da Água. Brasília, 1999a.

BRASIL. *Portaria n. 518, de 25 de março de 2004*. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, n. 59, p. 266, 26 mar. 2004. Seção 1.

CHAHIN R.S. *et. al. Sistema de aproveitamento de água para edificações*. Congresso Brasileiro de engenharia Sanitária e Ambiental, 20, 1999, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: ABES, 1999.

COELHO, A. C.; MAYNARD, J. C. de B. *Medição individualizada de água em apartamentos*. Recife: Comunicarte, 1999. 172 p.

CONEJO, J. G. L; LOPES, A. R. G.; MARCKA, E. DTA C3 – *Medidas para redução de perdas: elementos para planejamento*. In: BRASIL. Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano. PNCD: Plano Nacional de Combate ao Desperdício da Água. Brasília, 1999.

DECA. *Economia*. Disponível em: < <http://www.deca.com.br/> > Acesso em: 10 novembro 2009.

DERRIEN, F.; GOUVELLO, B. *Collecting and Reusing Rain Water in Apartment Buildings in France: Importance of in situ Experiments and Their Lessons*. In: 29TH CIB W62 INTERNATIONAL SYMPOSIUM, Ankara, Turkey, 2003. Anais. Ankara, Turkey. 2003. 13p.

DIXON, A., et al. *Measurement and modeling of quality changes in stored untreated grey water*. *Urban Water*, v. 1, n.4, p. 250-306, 1999.

EPUSP - ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. *Programa de Uso Racional da Água da Universidade de São Paulo - PURA-USP*. São Paulo: LSP/PCC/EPUSP, 1998/2003. (Relatórios n° 1 a 5 e Retrospectivas 1999, 2000, 2001 e 2002).

ERIKSSON, E.; AUFFARTH, K.; HENZE, M.; LEDIN, A. *Characteristics of grey wastewater*. *UrbanWater*, Denmark, v.1, n.1, p. 85 – 104, 2002.

FEITOSA, F. A. C.; MANOEL FILHO, J. *Hidrologia conceitos e aplicações*. 2. ed. Fortaleza: CPRM – Serviços Geológicos do Brasil, 2000. p. 391.

FENDRICH, R. *Economia de água potável pelo uso de sistema de coleta, armazenamento, utilização e infiltração das águas pluviais*. Engenharia e Construção, Curitiba, v.7, n.2., p. 67 – 72 ,2004.

FRIEDLER, E. *Water Reuse: an integral part of water resources management: Israel as a case study*.

Water Policy, Israel, v. 03, p. 29-39, 2001.

GELT, J.; HENDERSON, J.; SEASHOLES, K.; TELLMAN, B.; WOODARD, G. *Water in the Tucson area: Seeking sustainability*. Water Resources Research Center, University of Arizona, v.20, p. 155, 1999.

GONÇALVES, O. M.; PRADO, R. T.; OLIVEIRA, L. H. de; PETRUCI A. L. DTA B3 – *Medidas de racionalização e uso da água para grandes consumidores*. In: BRASIL. Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano. PNCDA: Plano Nacional de Combate ao Desperdício da Água. Brasília, 1999 a.

GONÇALVES, O. M.; IOSHIMOTO, E.; OLIVEIRA, L. H. de. DTA F1 – *Tecnologias poupadoras de água nos sistemas prediais*. In: BRASIL. Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano. PNCDA: Plano Nacional de Combate ao Desperdício da Água. Brasília, 1999 b.

GONÇALVES, R. F. *Uso racional de água em edificações*. Rio de Janeiro: ABES, 2006. v.5. 352 p. (Projeto PROSAB, Edital 4). Título secundário: Tecnologias de segregação e tratamento de esgotos domésticos na origem, visando à redução do consumo de água e da infra-estrutura de coleta, especificamente nas periferias urbanas.

IDEAL STANDARD. *Mictório sem água Saara*. Disponível em: < <http://www.idealstandard.com.br/>> Acesso em: 01 setembro 2010.

ILHA, M.S.O. *Qualidade dos Sistemas Hidráulicos Prediais*. São Paulo: Escola Politécnica da USP, Departamento de Construção Civil, 1993. 50p. (Texto Técnico. EPUSP. TT/PCC/07).

ILHA, M.S.O.; GONÇALVES, O. M. *Water conservation program at the State University of Campinas*. In: 28th CIB W62 INTERNATIONAL SYMPOSIUM, Iasi, Romania, 2002. Anais. Iasi, Romania. 2002. 10p.

ILHA, M.S.O.; GONÇALVES, O.M. *Sistemas Prediais de Água Fria*. São Paulo: Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, 1994. (Texto Técnico. EPUSP. TT/PCC/08).

ILHA, M. S. O., OLIVEIRA, L. H., GONÇALVES, O. M. *Sustentabilidade de edifícios residenciais no quesito água no Brasil: a necessidade de uma agenda regional*, 11º Simpósio Nacional de Sistemas Prediais, Curitiba, PR, 2009.

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

KALLIS, G.; CHRISOGELOS, N.; THEODOROPOULOS, M. *Saving Water: iInternational experience and potential for Mediterranean islands*. Disponível em: <<http://www.medsos.gr/SavingWater.pdf>> Acesso em: 08 setembro 2009.

LÓAICIGA, H. A.; LEIPNIK R. B. *Theory of sustainable groundwater management: an urban case study*. Urban Water, Santa Bárbara, v. 3, n. 3., p. 217 – 228, set. 2001.

MANCUSO, P. C. S.; SANTOS, H. F. dos. *Reuso de água. Barueri*: Manole, 2003. p.8.

METCALF; EDDY. *Wastewater engineering. treatment, disposal, reuse*. 4.ed. New York: McGraw-Hill International, 2003., p.1819.

MIELI, J. C. de A. *Reuso de água domiciliar*. Niterói, 2001. 126 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil – Área de Concentração: Produção Civil) – Setor de Ciências Exatas, Universidade Federal Fluminense.

MCKINSEY – *Renewable Water Resources* – Water Economics Team, 2009.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. Brasília. *Programas Setoriais da Qualidade de Materiais (PSQs)*. PBQP-H - Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat. Disponível em: <http://www.cidades.gov.br/pbqp-h/relacao_PSQs.htm>. Acesso em: 30 set. 2009.

MONTENEGRO, M.H.F.; SILVA, R.T. *Economia de água: quadro de necessidades e linhas de ação*. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE ECONOMIA DE ÁGUA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO, São Paulo, Brasil, out. 1986. Anais. São Paulo: IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1986. p.7-26.

MOTA, S. *Introdução à engenharia ambiental*. Rio de Janeiro: ABES, 1997. p. 280

_____. *Urbanização e meio ambiente*. Rio de Janeiro: ABES, 1999. p. 352.

MURAKAWA, S.; et al. *The water usage and the consciousness of the dwellers in houses influenced by the experience of drought*. In: 19TH CIB W62 INTERNATIONAL SYMPOSIUM, Washington, USA, 1992. Anais. Washington, USA. 1992. 14p.

NARDOCCI, A.C. *Avaliação de riscos em reuso de água*. In: MANCUSO, P.C.S. & SANTOS, H.F. ed. *Reuso de água*. São Paulo: Manole, 2003. p. 403-429.

NOLDE, E. *Greywater reuse systems for toilet flushing in multi-storey buildings – over ten years experience in Berlin*. UrbanWater, Berlin, v.1, p. 275 – 284, 2000.

NUNES, S.S. *Estudo da conservação de água em edifícios localizados no campus da Universidade Estadual de Campinas*. Campinas, 2000. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas.

OLIVEIRA, L.H. *Metodologia para implantação de programa de uso racional da água em edifícios*. São Paulo, 1999. 319p. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). *Informe sobre la evaluación mundial del abastecimiento de agua y el saneamiento em 2000*. Nueva York, 2000.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). *Declaração de Estocolmo. Conferência Mundial de Estocolmo*, 5 jun. 1972.

PAULA, H.M. *Sistema de aproveitamento de água de chuva na cidade de goiânia: avaliação da qualidade da água em função do tempo de detenção no reservatório*. Dissertação de Mestrado UFG, 2005.

ROCHA, B.C.C.M. *Avaliação de descarte de água de chuva coletada em três diferentes tipos de cobertura*. Dissertação de Mestrado, UFG, maio de 2010.

SABESP. *Fabricantes de aparelhos economizadores de água*. Disponível em:

< <http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaoId=129> > Acesso em: 01 setembro. 2010.

SANTOS, D. C. dos. *Os Sistemas prediais e a promoção da sustentabilidade ambiental*. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 2, n. 4, p. 07–18, 2002.

SAUTCHUK, C. A. *Formulação de diretrizes para implantação de programas de conservação de água em edificações* 2004. 308p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2004.

SAUTCHÚK, C. A., LANDI, F. D. N.; MIERZWA, J. C.; VIVACQUA, M. C. R.; SILVA; M. C. C.; LANDI, P. D. N.; SCHMIDT, W. *Conservação e reúso de água - manual de orientação para o setor industrial*. v.1, São Paulo, 2005.

SCHERER, F.A. *Uso racional da água em escolas públicas: diretrizes para Secretarias de Educação*. São Paulo, 2003. 256p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

SCHMIDT, W. *Caracterização e formulação de parâmetros para avaliação de mictórios – o caso do mictório sem água*. 2003. 247p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo.

SILVA, G.S. *Considerações no Estudo do Reaproveitamento da Água de Destiladores*. São Paulo: 2001. 43p. (Estudo elaborado para a disciplina PHD 5749 - Tratamento e Uso de Esgotos).

SILVA, G.S.; TAMAKI, H.O.; GONÇALVES, O.M. *Implantação de programas de uso racional da água em campi universitários*. In: I CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL - X ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, São Paulo, Brasil, 2004. Anais. São Paulo, Brasil. 2004. 14p.

TAMAKI, H.O. *A Medição Setorizada como Instrumento de Gestão da Demanda de Água em Sistemas Prediais - Estudo de Caso: Programa de Uso Racional da Água da Universidade de São Paulo*. São Paulo, 2003. 151p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

TAMAKI, H. O.; GONÇALVES, O. M. *A medição setorizada como instrumentos de gestão da demanda de água em sistemas prediais: estudo de caso: programa de uso racional da água na Universidade de São Paulo*. São Paulo, 2004. (Boletim Técnico, Departamento de Engenharia de Construção Civil; BT/PCC/357).

Tecnologia de Sistemas em Engenharia - TESIS. *Projeto específico de economia de água em edifícios. Uso racional da água – PURA – Projeto n.6. Estudo de caso - Cozinhas industriais de restaurantes e bares*. São Paulo, 1997. (Relatório Técnico 1 – RT1).

Tecnologia de Sistemas em Engenharia – TESIS. *Projeto específico de economia de água em edifícios. Uso racional da água – PURA – Projeto n.6. Estudo de caso - Cozinhas industriais de restaurantes e bares*. São Paulo, 1998. (Relatório Técnico 2 – RT2).

TODD, W. P.; VITTORI G. *Texas guide to rainwater harvesting*. 2.ed. Austin: Texas Water Development Board, Center for Maximum Potential Building Systems, 1997. 66p. Disponível em: <<http://www.twdb.state.tx.us/assistance/conservation/consindex.asp>> Acesso em: 01 setembro. 2010.

TOMAZ, P. *Conservação da água*. São Paulo: Digihouse, 1998. 176 p.

3P TECHNIK DO BRASIL. *Soluções para o manejo sustentável das águas pluviais*. Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: <<http://www.agua-de-chuva.com/>>. Acesso em: 17 setembro 2010.

UNITED STATES. Environmental Protection Agency. *Guidelines for water reuse*. Washington, 2004. Disponível em: <<http://www.epa.gov/polwaste/nps/conservation.cfm>>. Acesso em: 15 agosto 2010.

WATER CONSERVATION ALLIANCE OF SOUTHERN ARIZONA (WATERCASA). *Residential graywater reuse study: water quality/soil quality risk assessment*. [S.l.], 2010. Disponível em: <<http://www.watercasa.org/programs.php#showcase>> Acesso em 30 agosto 2010.

WERTHEIN, J. *Por uma nova ética no uso da água*. [_]: UNESCO, 25 mar. 2004. Disponível em: <http://www.unesco.org.br/noticias/opinioao/artigow/2004/etica_agua/mostra_documento> Acesso em: 08 maio 2010.

WORLD ECONOMIC FORUM WATER INITIATIVE. *The Bubble Is Close to Bursting: A Forecast of the Main Economic and Geopolitical Water Issues Likely to Arise in the World during the Next Two Decades*. Washington, 2009. Disponível em: <<http://water@weforum.org>>. Acessado em 10 abril 2010.

WORLD RESOURCES INSTITUTE. *EarthTrends data tables: water resources and freshwater ecosystems*. Washington, 2003. Disponível em: <http://earthtrends.wri.org/pdf_library/data_tables/fre1_2003.PDF>. Acessado em 10 junho 2010.

YAMADA, E. S.; PRADO, R. T. A.; IOSHIMOTO, E. *Os impactos do sistema individualizado de medição de água*. São Paulo: Escola Politécnica da USP, 2001. (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil; BT/PCC/297).

YOSHIMOTO, P.M.; *et al.* *Uso racional da água: programa de economia de água em edifícios*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 19, Rio de Janeiro, Brasil, 1997. Anais. Rio de Janeiro: ABES, 1997. p.1296-1307.

ANEXOS

ANEXO A – TABELA DE MEDIÇÃO DE CONSUMO – LEITURAS DIÁRIAS

ANEXO B – EQUIPAMENTOS ADQUIRIDOS – NOTA FISCAL

ANEXO C – FORMULÁRIO PARA PESQUISA DE UTILIZAÇÃO

ANEXO A – TABELA DE MEDIÇÃO DE CONSUMO – LEITURAS DIÁRIAS

PLANILHA DE COLETA DE DADOS			
LEITURA	DATA DE COLETA	LEITURA DIARIA (m ³)	VOL. CONS. DIAR. (m ³)
1	8/10/2010	0	0,00
2	9/10/2010	Sabado	
3	10/10/2010	Domingo	
4	11/10/2010	3,76	3,76
5	12/10/2010	11,71	7,95
6	13/10/2010	20,42	8,71
7	14/10/2010	28,37	7,95
8	15/10/2010	37,08	8,71
9	16/10/2010	Sabado	
10	17/10/2010	Domingo	
11	18/10/2010	49,42	12,34
12	19/10/2010	56,56	7,14
13	20/10/2010	64,86	8,30
14	21/10/2010	72,64	7,78
15	22/10/2010	80,13	7,49
16	23/10/2010	Sabado	
17	24/10/2010	Domingo	
18	25/10/2010	92,88	12,75
19	26/10/2010	103,68	10,80
20	27/10/2010	113,91	10,23
21	28/10/2010	123,41	9,50
22	29/10/2010	131,77	8,36
23	30/10/2010	Sabado	
24	31/10/2010	Domingo	
25	1/11/2010	140,13	8,36
26	2/11/2010	Feriado	
27	3/11/2010	150,23	10,10
28	4/11/2010	166,19	15,96
29	5/11/2010	180,65	14,46
30	6/11/2010	Sabado	
31	7/11/2010	Domingo	
32	8/11/2010	188,54	7,89
33	9/11/2010	195,93	7,39
34	10/11/2010	205,54	9,61
35	11/11/2010	212,49	6,95
36	12/11/2010	226,62	14,13
37	13/11/2010	Sabado	
38	14/11/2010	Domingo	
39	15/11/2010	Feriado	
40	16/11/2010	234,41	7,79
41	17/11/2010	242,70	8,29
42	18/11/2010	250,80	8,10
43	19/11/2010	264,21	13,41
44	20/11/2010	Sabado	
45	21/11/2010	Domingo	
46	22/11/2010	272,63	8,42
47	23/11/2010	280,00	7,37
48	24/11/2010	287,85	7,85



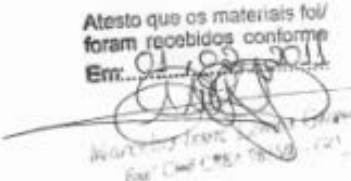

PLANILHA DE COLETA DE DADOS			
LEITURA	DATA DE COLETA	LEITURA DIARIA (m ³)	VOL. CONS. DIAR. (m ³)
49	25/11/2010	297,54	9,69
50	26/11/2010	304,91	7,37
51	27/11/2010	Sabado	
52	28/11/2010	Domingo	
53	29/11/2010	319,3	14,39
54	30/11/2010	328,16	8,86
55	1/12/2010	341,78	13,62
56	2/12/2010	350,6	8,82
57	3/12/2010	360,57	9,97
58	4/12/2010	Sabado	
59	5/12/2010	Domingo	
60	6/12/2010	373,81	13,24
61	7/12/2010	380,52	6,71
62	8/12/2010	388,8	8,28
63	9/12/2010	396,77	7,97
64	10/12/2010	406,09	9,32
65	11/12/2010	Sabado	
66	12/12/2010	Domingo	
67	13/12/2010	415,42	9,33
68	14/12/2010	422,82	7,40
69	15/12/2010	435,49	12,67
70	16/12/2010	441,13	5,64
71	17/12/2010	447,79	6,66
72	18/12/2010	Sabado	
73	19/12/2010	Domingo	
74	20/12/2010	458,64	10,85
75	21/12/2010	465,2	6,56
76	22/12/2010	472,97	7,77
77	23/12/2010	479,38	6,41
78	24/12/2010	Feriado	
79	25/12/2010	Sabado	
80	26/12/2010	Domingo	
81	27/12/2010	483,34	3,96
82	28/12/2010	497,23	13,89
83	29/12/2010	501,45	4,22
84	30/12/2010	504,98	3,53
85	31/12/2010	Feriado	
86	1/1/2011	Sabado	
87	2/1/2011	Domingo	
88	3/1/2011	517,17	12,19
89	4/1/2011	525,13	7,96
90	5/1/2011	530,89	5,76
91	6/1/2011	537,12	6,23
92	7/1/2011	544,87	7,75
93	8/1/2011	Sabado	
94	9/1/2011	Domingo	
95	10/1/2011	547,35	2,48
96	11/1/2011	555,48	8,13

PLANILHA DE COLETA DE DADOS			
LEITURA	DATA DE COLETA	LEITURA DIARIA (m ³)	VOL. CONS. DIAR. (m ³)
97	12/1/2011	563,53	8,05
98	13/1/2011	573,43	9,90
99	14/1/2011	580,14	6,71
100	15/1/2011	Sabado	
101	16/1/2011	Domingo	
102	17/1/2011	592,54	12,40
103	18/1/2011	600,67	8,13
104	19/1/2011	608,41	7,74
105	20/1/2011	614,90	6,49
106	21/1/2011	621,79	6,89
100	22/1/2011	Sabado	
101	23/1/2011	Domingo	
102	24/1/2011	632,02	10,23
103	25/1/2011	642,66	10,64
104	26/1/2011	650,66	8,00
105	27/1/2011	658,83	8,17
106	28/1/2011	666,49	7,66
107	29/1/2011	Sábado	
108	30/1/2011	Domingo	
109	31/1/2011	680,25	13,76
110	1/2/2011	687,14	6,89
111	2/2/2011	697,98	10,84
112	3/2/2011	704,87	6,89
113	4/2/2011	709,02	4,15
114	5/2/2011	Sábado	
115	6/2/2011	Domingo	
116	7/2/2011	727,43	18,41
IMPLANTAÇÃO DOS DISPOSITIVOS ECONOMIZADORES			
117	8/2/2011	733,11	5,68
118	9/2/2011	738,86	5,75
119	10/2/2011	744,99	6,13
120	11/2/2011	750,63	5,64
121	12/2/2011	Sábado	
122	13/2/2011	Domingo	
123	14/2/2011	758,34	7,71
124	15/2/2011	763,23	4,89
125	16/2/2011	768,97	5,74
126	17/2/2011	775,20	6,23
127	18/2/2011	776,72	1,52
128	19/2/2011	Sábado	
129	20/2/2011	Domingo	
130	21/2/2011	787,30	10,58
131	22/2/2011	793,29	5,99
132	23/2/2011	799,52	6,23
133	24/2/2011	804,85	5,33
134	25/2/2011	810,68	5,83
135	26/2/2011	Sábado	
136	27/2/2011	Domingo	

PLANILHA DE COLETA DE DADOS			
LEITURA	DATA DE COLETA	LEITURA DIARIA (m ³)	VOL. CONS. DIAR. (m ³)
137	28/2/2011	818,34	7,66
138	1/3/2011	823,98	5,64
139	2/3/2011	829,79	5,81
140	3/3/2011	835,34	5,55
141	4/3/2011	840,87	5,53
142	5/3/2011	Sábado	
143	6/3/2011	Domingo	
144	7/3/2011	Feriado	
145	8/3/2011	Terça-feira	
146	9/3/2011	844,51	3,64
147	10/3/2011	849,22	4,71
148	11/3/2011	854,07	4,85
149	12/3/2011	Sábado	
150	13/3/2011	Domingo	
151	14/3/2011	862,07	8,00
152	15/3/2011	867,61	5,54
153	16/3/2011	873,41	5,80
154	17/3/2011	881,05	7,64
155	18/3/2011	885,56	4,51
156	19/3/2011	Sábado	
157	20/3/2011	Domingo	
158	21/3/2011	891,88	6,32
159	22/3/2011	897,55	5,67
160	23/3/2011	903,32	5,77
161	24/3/2011	909,44	6,12
162	25/3/2011	914,02	4,58
163	26/3/2011	Sábado	
164	27/3/2011	Domingo	
165	28/3/2011	920,71	6,69
166	29/3/2011	926,92	6,21
167	30/3/2011	933,00	6,08
168	31/3/2011	939,78	6,78
169	1/4/2011	945,40	5,62
170	2/4/2011	Sábado	
171	3/4/2011	Domingo	
172	4/4/2011	952,09	6,69
173	5/4/2011	957,59	5,50
174	6/4/2011	964,12	6,53
175	7/4/2011	972,70	8,58
176	8/4/2011	977,50	4,80
177	9/4/2011	Sábado	
178	10/4/2011	Domingo	
179	11/4/2011	982,82	5,32
180	12/4/2011	988,11	5,29
181	13/4/2011	995,37	7,26
182	14/4/2011	1001,04	5,67
183	15/4/2011	1006,77	5,73
184	16/4/2011	Sábado	

PLANILHA DE COLETA DE DADOS			
LEITURA	DATA DE COLETA	LEITURA DIARIA (m ³)	VOL. CONS. DIAR. (m ³)
185	17/4/2011	Domingo	
186	18/4/2011	1013,06	6,29
187	19/4/2011	1018,47	5,41
188	20/4/2011	1026,41	7,94
189	21/4/2011	Feriado	
190	22/4/2011	Feriado	
191	23/4/2011	Sábado	
192	24/4/2011	Domingo	
193	25/4/2011	1034,55	8,14
194	26/4/2011	1041,04	6,49
195	27/4/2011	1047,59	6,55
196	28/4/2011	1052,89	5,30
197	29/4/2011	1059,08	6,19
198	30/4/2011	Sábado	
199	1/5/2011	Domingo	
200	2/5/2011	1065,40	6,32
201	3/5/2011	1070,85	5,45
202	4/5/2011	1079,08	8,23
203	5/5/2011	1085,71	6,63
204	6/5/2011	1091,93	6,22
205	7/5/2011		
206	8/5/2011		
207	9/5/2011	1098,87	6,94
208	10/5/2011	1104,37	5,50
209	11/5/2011	1111,33	6,96
210	12/5/2011	1117,72	6,39
211	13/5/2011	1121,17	3,45
212	14/5/2011		
213	15/5/2011		
214	16/5/2011	1132,12	10,95
215	17/5/2011	1139,49	7,37
216	18/5/2011	1146,58	7,09
217	19/5/2011	1152,65	6,07
218	20/5/2011	1160,15	7,50
219	21/5/2011		
220	22/5/2011		
221	23/5/2011	1164,96	4,81
222	24/5/2011		
223	25/5/2011	1172,01	7,05
224	26/5/2011	1179,29	7,28
225	27/5/2011	1185,23	5,94
226	28/5/2011		
227	29/5/2011		
228	30/5/2011	1192,27	7,04
229	31/5/2011	1198,39	6,12
230	1/6/2011	1205,20	6,81

ANEXO B – EQUIPAMENTOS ADQUIRIDOS – NOTA FISCAL

IDENTIFICAÇÃO DO EMITENTE  PLANALTO PARAFUSOS E FERRAMENTAS LTDA - AV. GOIAS, 1600 - CENTRAL - QD 127 LT 144 74053-010 GOIANIA - GO Fone (62) 3229-1298		DANFE DOCUMENTO AUXILIAR DA NOTA FISCAL ELTRÔNICA 0 - ENTRADA 1 - SAIDA 1 N° 000.000.301 SÉRIE 1 FOLHA 1/1		 CHAVE DE ACESSO 5211 0100 1369 7500 0141 5500 1000 0003 0120 0025 6871 Consulta de autenticidade no portal nacional da NF-e www.nfe.fazenda.gov.br/portal ou no site da Sefaz Autorizadora									
NATUREZA DA OPERAÇÃO VENDA		PROCESSO DE AUTORIZAÇÃO 152110148851723 31/01/2011 17:51:23											
INSCRIÇÃO ESTADUAL 10.268.909-1		INSCRIÇÃO ESTADUAL DO SUBST. TRIBUT. 		CNPJ 00.136.975/0001-41									
DESTINATÁRIO / REMETENTE NOME / RAZÃO SOCIAL UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS ENDEREÇO REITORIA - CAMPUS II SAMAMBAIA, S/N MUNICÍPIO GOIANIA		CNPJ / CPF 01.567.601/0001-43		DATA DA EMISSÃO 31/01/2011									
UF GO		BAIRRO / DISTRITO SAMAMBAIA		CEP 74001-970									
DATA / DUPLICATA 301-001 02/03/2011 7.796,00		INSCRIÇÃO ESTADUAL ISENTO		HORA DA SAÍDA									
CALCULO DO IMPORTE													
BASE DE CALCULO DO ICMS 0,00		VALOR DO ICMS 0,00		VALOR TOTAL DOS PRODUTOS 7.796,00									
VALOR DO FRETE 0,00		VALOR DO SEGURO 0,00		VALOR TOTAL DA NOTA 7.796,00									
DISCONTO 0,00		OUTRAS DESP. ACESSORIAS 0,00		VALOR TOTAL DO IPI 0,00									
TRANSPORTADOR / VOLUMES TRANSPORTADOS													
NOME / RAZÃO SOCIAL X		FRETE POR CONTA 0-EMITENTE		COORDENADA 									
ENDEREÇO 		MUNICÍPIO 		UF 									
QUANTIDADE 0		ESPECIE X		MARCA X									
MONERAÇÃO 		PESO BRUTO 		PESO LIQUIDO 									
DADOS DOS PRODUTOS / SERVIÇOS													
CÓDIGO PRODUTO	DESCRIÇÃO DO PRODUTO / SERVIÇO	NCM/SH	CIT	CIPOP	UNID	QUANT	VALOR UNIT	VALOR TOTAL	B.CALC ICMS	VALOR ICMS	VALOR IPI	ALIQ ICMS	ALIQ IPI
16762	TORN 1000 IMPERMATIC LAVAT	841	5102	UN	32	145,00	4.640,00	0,00	0,00	0,00	0	0	
16829	TORN LAV PRESSMATIC B/A CRHOME	841	5102	UNI	3	385,00	1.095,00	0,00	0,00	0,00	0	0	
16763	VALV MICT 1002 IMPERMATIC C-31	841	5102	UN	9	229,00	2.061,00	0,00	0,00	0,00	0	0	
Atesto que os materiais foi/ foram recebidos conforme Em: 01/02/2011 		CONFERE COM ORIGINAL EM: 01/02/2011  Valdeir Ferreira de Souza Ass. Administrativa/CEGAF/PUG Matrícula/SIAPE: 0301823											
DADOS ADICIONAIS													
INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES NE 2010NE913884 PROC 23070025589/10-17			RESERVADO AO FISCO										
CAIXA ECONÔMICA FEDERAL / Nº BANCO: 104 AGÊNCIA Nº. 1550-4 / CONTA Nº. 003 00030694-9													
Formed by UnInfo - www.uninfo.com.br													
Emitido pela UnInfo S/A v.3.03 Free - www.uninfo.com.br													
RECEBEMOS DE PLANALTO PARAFUSOS E FERRAMENTAS LTDA OS PRODUTOS E/OU SERVIÇOS CONSTANTES DA NOTA FISCAL ELTRÔNICA INDICADA AO LADO. EMISSÃO: 31/01/2011 VALOR TOTAL: 7.796,00 DESTINATÁRIO: UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS - REITORIA - CAMPUS II SAMAMBAIA, S/N, SAMAMBAIA, GOIANIA-GO													
DATA DO RECEBIMENTO		IDENTIFICAÇÃO E ASSINATURA DO RECEBEDOR		NF-e N° 000.000.301 SÉRIE 1									

ANEXO C – FORMULÁRIO PARA PESQUISA DE UTILIZAÇÃO

PESQUISA DE UTILIZAÇÃO

A presente pesquisa tem por objetivo o aprimoramento do uso tecnologias economizadoras de água, implantadas no prédio da Reitoria a partir do dia 07/02/2011.

Como você avalia os seguintes itens:

• Torneiras de lavatório (sanitários):

- Mesmo padrão do anterior
 Excelente
 Bom
 Regular
 Ruim

• Torneiras de pia (copa):

- Mesmo padrão do anterior
 Excelente
 Bom
 Regular
 Ruim

• Válvulas de descargas (sanitários masculinos e femininos):

- Mesmo padrão do anterior
 Excelente
 Bom
 Regular
 Ruim

• O que você achou da implantação destas tecnologias economizadoras?

- Mesmo padrão do anterior
 Excelente
 Bom
 Regular
 Ruim

• Você acha que essas tecnologias economizadoras deveriam ser implantas em outras unidades?

- Sim (Justificar: _____)
 Não (Justificar: _____)

Data: 14 / fevereiro / 2011