



**UNIVERSIDADE DE PERNAMBUCO**  
**ESCOLA POLITÉCNICA DE PERNAMBUCO**  
**Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil**

**MICAELLA RAÍSSA FALCÃO DE MOURA**

**A GESTÃO DO CONSUMO DE ÁGUA EM PRÉDIOS PÚBLICOS: O  
CASO DA SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA DE PERNAMBUCO**

Recife, PE  
2015



**UNIVERSIDADE DE PERNAMBUCO**  
**ESCOLA POLITÉCNICA DE PERNAMBUCO**  
**Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil**

**MICAELLA RAÍSSA FALCÃO DE MOURA**

**A GESTÃO DO CONSUMO DE ÁGUA EM PRÉDIOS PÚBLICOS: O  
CASO DA SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA DE PERNAMBUCO**

Dissertação apresentada ao curso de Pós-graduação em Engenharia Civil da Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco para obtenção do título de Mestre em Engenharia.

Área de concentração: Construção civil

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dra. Simone Rosa da Silva

Co-orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dra. Filipa Malafaya

Recife, PE  
2015

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)  
Universidade de Pernambuco – Recife

**M929g** Moura, Micaella Raíssa Falcão de  
A gestão do consumo de água em prédios públicos: o caso da Secretaria de Infraestrutura de Pernambuco/Micaella Raíssa Falcão de Moura. – Recife: UPE, Escola Politécnica, 2015.  
98 f.

Orientadora: Dra. Simone Rosa da Silva  
Co-orientadora: Dra. Filipa Baptista Malafaya  
Dissertação (Mestrado - Construção Civil) Universidade de Pernambuco, Escola Politécnica, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, 2015.

1. Consumo de água - Edifícios públicos 2. Conservação da água 3. Racionalização. - Dissertação I. Silva, Simone Rosa da (orient.) II. Malafaya, Filipa Baptista (co-orient.) III. Universidade de Pernambuco, Escola Politécnica, Mestrado em Construção Civil. IV. Título.

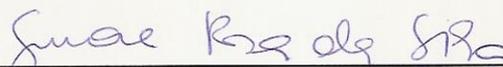
**CDD: 333.91**

MICAELLA RAÍSSA FALCÃO DE MOURA

**A GESTÃO DO CONSUMO DE ÁGUA EM PRÉDIOS PÚBLICOS: O CASO DA  
SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA DE PERNAMBUCO**

BANCA EXAMINADORA:

**Orientadora:**



---

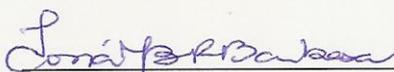
Prof. Dra. Simone Rosa da Silva  
Universidade de Pernambuco - UPE

**Examinadores:**



---

Prof. Dra. Yêda Vieira Póvoas Tavares  
Universidade de Pernambuco - UPE



---

Prof. Dra. Ioná Maria Beltrão Rameh Barbosa  
Instituto Federal de Pernambuco

Recife, PE  
2015

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais, Marleide e Josualdo, pela educação baseada no respeito, amor e sabedoria e por todo apoio. Vocês são os maiores responsáveis por minha formação, o que tornou tudo isso possível. A vocês minha eterna gratidão.

À professora Simone Rosa, minha orientadora, pelos vários ensinamentos e por toda dedicação para a concretização deste trabalho. Agradeço ainda por todo incentivo e confiança em meu potencial, o que tanto contribuiu para meu crescimento acadêmico e profissional.

A José Mário Antonino, pelo carinho e paciência durante todas as etapas da pesquisa; e, acima de tudo, pelo companheirismo e motivação, principalmente na fase final deste trabalho.

A minha querida irmã Mayara, minhas avós Marinete e Rosenilda e a Helena e Mário, pelo cuidado, auxílio e por todo carinho recebido.

Ao funcionário da SEINFRA José Melo pela disposição e ajuda no desenvolvimento desta pesquisa.

À Gerência Técnica de Energia, Água e Saneamento do Estado de Pernambuco, em especial a Michelle Ferro e a Viviane Araujo, por acreditarem neste trabalho e por todo suporte oferecido.

Aos queridos membros do AQUAPOLI, em especial a Arícia Fernandes, Luiz Gustavo, Carlos André e Juliana Karla pela confiança e por me auxiliarem de forma tão construtiva.

Aos meus amigos e a todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste projeto, manifesto meus sinceros agradecimentos.

## RESUMO

A industrialização e o crescimento demográfico são alguns dos fatores que evidenciam um aumento significativo do consumo de água. No Brasil, este processo pode ser observado com maior intensidade nos grandes centros urbanos, onde têm sido desenvolvidos, ao longo dos últimos anos, programas específicos para conservação de água em edifícios. No que se refere a edifícios públicos, nota-se a necessidade de se implementar programas de gestão do consumo de água voltados diretamente para estes prédios, visto que o governo configura-se como grande consumidor de recursos naturais do país. Além disso, dado o papel do governo em gerir os recursos naturais da nação, torna-se imprescindível que o poder público preze pelo uso sustentável da água, evitando despesas desnecessárias que seriam pagas com dinheiro dos contribuintes. Nesta perspectiva, a presente pesquisa tem o objetivo de identificar as principais medidas a serem implementadas em edifícios públicos administrativos a fim de que haja uma melhor gestão do consumo de água nestes prédios. Para tanto, utilizou-se como método de pesquisa o estudo de caso com seleção de prédio piloto, sendo utilizado para tal, o edifício da Secretaria de Infraestrutura de Pernambuco. Foram realizadas simulações e coletas de dados relativos ao consumo de água da edificação e adotadas medidas de racionalização para posterior avaliação do impacto de redução do consumo de água no prédio. Os resultados mostraram uma significativa redução do consumo global de água no edifício e do indicador de consumo *per capita* após a implantação das medidas de gestão da água propostas.

**Palavras- chave:** Consumo de água. Conservação da água. Racionalização. Edifícios públicos.

## **ABSTRACT**

Industrialization and demographic growth are some factors that show a significant raise of water consumption. In Brazil, this process can be observed more intensely in large urban centers, where have been developed, over the past years, specific programs for water conservation in buildings. With regard to public buildings, there is a need to implement water consumption management programs specifically to these buildings, since the government is configured as great consumer of country's natural resources. Moreover, for being responsible for managing the natural resources of the nation, it's essential to the government give the right value for sustainable use of water, avoiding unnecessary expenses that would be paid for with taxpayers' money. In this perspective, this research aims to identify the main measures to be implemented in administrative public buildings with a purpose to improve water consumption in these buildings. For this purpose, it was used as a research method the case study with a pilot building selection. Were realized data collection of water consumption and implanted rationalization measures for evaluation of the impact of water consumption reduction on the building. The results showed a high reduction of water consumption in the building after the implementation of water management measures.

**Keywords:** Water consumption. Water conservation. Rationalization. Public buildings.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1-</b> Ações de gerenciamento de água .....	17
<b>Figura 2-</b> Estrutura do PGUAE .....	18
<b>Figura 3-</b> Folder explicativo COMPESA .....	22
<b>Figura 4-</b> Consumo de água (m <sup>3</sup> ) das unidades participantes do Programa de 2006 a set/2013.....	33
<b>Figura 5-</b> Consumo de água (R\$) das unidades participantes do Programa de 2006 a set/2013.....	34
<b>Figura 6-</b> Consumo de água <i>per capita</i> nos edifícios analisados .....	35
<b>Figura 7-</b> Sistema de gestão PEGAE.....	36
<b>Figura 8-</b> Consumo <i>per capita</i> prédios públicos .....	37
<b>Figura 9-</b> Metodologia cíclica .....	39
<b>Figura 10-</b> Esquema para SAAP Projeto Edifícios Públicos Sustentáveis.....	40
<b>Figura 11-</b> Quadro de monitoramento do consumo de água SEINFRA 2015.....	48
<b>Figura 12-</b> Adesivos fixados banheiros masculinos .....	49
<b>Figura 13-</b> Cartaz formato A3 .....	49
<b>Figura 14-</b> Terreno SEINFRA .....	58
<b>Figura 15-</b> Prédio piloto .....	58
<b>Figura 16-</b> Caixa de abrigo hidrômetro .....	58
<b>Figura 17-</b> Aparelho adaptado para reduzir vazão .....	62
<b>Figura 18-</b> Registro regulador de vazão de ½” .....	62
<b>Figura 19-</b> Comparação com Indicadores de consumo- prédios públicos de Santa Catarina .	65
<b>Figura 20-</b> Conexão com o dreno do ar condicionado .....	77
<b>Figura 21-</b> Medição do nível d'água .....	77

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1-</b> Distribuição pontos de consumo de água.....	57
<b>Quadro 2-</b> Indicador de consumo 1 em Litros/ funcionário.dia .....	60
<b>Quadro 3-</b> Indicador de consumo 2 em Litros/ funcionário.dia dia .....	61
<b>Quadro 4-</b> Indicador de consumo 3 em Litros/ funcionário.dia dia .....	63
<b>Quadro 5-</b> Comparação com Indicadores de consumo de 2014- prédios públicos da RMR ..	64
<b>Quadro 6-</b> Impactos de redução do consumo de água (IR) prédio piloto .....	66
<b>Quadro 7-</b> Resumo da aplicação de questionários por setor e gênero .....	67
<b>Quadro 8-</b> Percentuais da percepção dos 125 funcionários em relação a diversos aspectos de uso e conservação de água. ....	68
<b>Quadro 9-</b> Vazões médias torneiras em L/s e L/min.....	71
<b>Quadro 10-</b> Consumos médios mensais torneiras $C_{t1}$ e $C_{t2}$ .....	72
<b>Quadro 11-</b> Viabilidade econômica de implementação de reguladores de vazão torneiras bwc .....	73
<b>Quadro 12-</b> Vazões médias das caixas acopladas banheiros femininos.....	73
<b>Quadro 13-</b> Viabilidade econômica de implementação de caixas acopladas dual flux .....	75
<b>Quadro 14-</b> Vazões de água drenada dos aparelhos de ar condicionado .....	77
<b>Quadro 15-</b> Tempo médio de atendimento à demanda não potável com água de reuso (dias/mês) .....	78
<b>Quadro 16-</b> Análise qualitativa de amostra de água drenada por aparelho de ar condicionado .....	79
<b>Quadro 17-</b> Dimensionamento do reservatório de SAAP pelo Método da Simulação .....	82

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas  
ANA- Agência Nacional de Águas  
APAC- Agência Pernambucana de Águas e Clima  
AQUAPOLI- Grupo de Recursos Hídricos da Escola Politécnica de Pernambuco  
CICA- Comissão Interna de Conservação de Água  
COMPESA- Companhia Pernambucana de Saneamento  
CONAMA- Conselho Nacional de Meio Ambiente  
DQA- Diretiva Quadro da Água  
GETEAS-PE- Gerência Técnica de Energia, Água e Saneamento do Estado de Pernambuco  
IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
MS- Ministério da Saúde  
ONU- Organização das Nações Unidas  
PEG- Programa de Eficiência do Gasto  
PEGAE- Programa Estadual de Gestão de Água e Esgoto em Prédios Públicos  
PURA- Programa de Uso Racional da Água em Edifícios  
PROSAB- Programa de Pesquisa em Saneamento Básico  
SAAP- Sistema de Aproveitamento de Água Pluvial  
SABESP- Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo  
SAD-PE- Secretaria de Administração do Estado de Pernambuco  
SEINFRA-PE- Secretaria de Infraestrutura do Estado de Pernambuco  
SEPURB- Secretaria de Política Urbana- Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão  
SETRA-PE- Secretaria de Transportes do Estado de Pernambuco  
SINGREH- Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos  
TECLIM- Rede de Tecnologias Limpas  
UFBA- Universidade Federal da Bahia  
UFSC- Universidade Federal de Santa Catarina  
USGBC- *US Green Building Council*

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
1.1 Justificativa.....	14
1.2 Objetivo geral .....	15
1.3 Objetivos específicos .....	15
1.4 Estrutura do trabalho .....	16
<b>2. GERENCIAMENTO E USO DA ÁGUA .....</b>	<b>17</b>
2.1 Consumo de água em áreas urbanas .....	18
2.2 Iniciativas de conservação do uso da água em edificações .....	20
2.3 Programas nacionais de conservação do uso da água.....	22
2.4 Legislações e normas pertinentes .....	25
<b>3. A GESTÃO DO CONSUMO DE ÁGUA EM PRÉDIOS PÚBLICOS.....</b>	<b>29</b>
3.1 Panorama nacional e internacional .....	28
3.1.1 Internacional .....	28
3.1.2 Nacional.....	32
3.2 Programas e projetos nacionais .....	36
3.2.1 PEGAE- Programa estadual de gestão de água e esgoto em prédios públicos.....	36
3.2.2 PEG- Programa de eficiência do gasto .....	38
3.2.3 Projeto edifícios públicos sustentáveis- senado federal .....	39
<b>4. METODOLOGIA.....</b>	<b>42</b>
4.1 Planejamento e seleção dos edifícios .....	42
4.2 Estudo de caso: prédio piloto.....	43
4.2.1 Características do edifício .....	44
4.2.2 Coleta de dados: Consumo de água.....	44

4.2.3 Cálculo do indicador de consumo <i>per capita</i> .....	45
4.2.4 Avaliação da percepção dos usuários .....	47
4.3 Implementação de medidas de gestão do consumo de água.....	47
4.3.1 Monitoramento do consumo de água.....	47
4.3.2 Campanhas de sensibilização .....	48
4.3.3 Simulação de instalação de equipamentos economizadores e cálculo da viabilidade econômica.....	50
4.3.4 Reuso de água de ar condicionado .....	53
4.3.5 Dimensionamento de reservatório para sistema de aproveitamento de águas pluviais para fins não potáveis .....	54
<b>5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS .....</b>	<b>56</b>
5.1 Caracterização do edifício piloto.....	56
5.2 Consumo de água .....	58
5.2.1 Indicadores de consumo <i>per capita</i> .....	59
5.2.2 Impactos de redução do consumo.....	64
5.3 Avaliação da percepção dos usuários .....	66
5.4 Simulação de instalação de equipamentos economizadores e viabilidade econômica.....	71
5.4.1 Torneiras dos banheiros.....	71
5.4.2 Caixas acopladas.....	73
5.5 Reuso de água de ar condicionado .....	76
5.6 Dimensionamento de reservatório para sistema de aproveitamento de águas pluviais para fins não potáveis .....	79
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>84</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>86</b>

## **ANEXOS**

Anexo A- Lista dos 30 edifícios selecionados pela GETEAS.....	90
Anexo B- Estrutura tarifária COMPESA 2015 .....	92

## **APÊNDICES**

Apêndice A- Cadastro SEINFRA.....	93
Apêndice B- Questionário percepção usuários de água .....	97

## 1 INTRODUÇÃO

A escassez de água e a crise no abastecimento têm sido objetos de vários estudos e pesquisas em todo o mundo a fim de se descobrirem novas alternativas que consigam contornar estes graves problemas. Entre os principais fatores que conduziram diversos países à situação crítica de abastecimento de água encontram-se: a limitação da oferta de água nas proximidades das populações; o descuido com os mananciais; o assoreamento dos rios devido ao desmatamento; as práticas agrícolas inadequadas e o crescimento desordenado das populações (MENDONÇA, 2004).

De acordo com Velazquez, Munguia e Ojeda (2013), o consumo sustentável da água tornou-se essencial, e a escassez deste recurso tem comprometido o desenvolvimento econômico em várias regiões. Além disso, a industrialização e o crescimento demográfico, aliados ao mau uso da água potável, são alguns dos fatores que evidenciam um aumento significativo do consumo de água.

Coelho e Maynard (1999) salientam que o aumento da população e o conseqüente aumento do consumo urbano caminham numa velocidade maior que a capacidade de descobrir novas reservas ou formas de abastecimentos de água. Desta maneira, torna-se cada vez mais urgente e necessária a adoção de medidas efetivas de gestão que possam contribuir com a redução do consumo e de desperdícios de água; principalmente nas áreas urbanas, onde há uma elevada e crescente demanda e uma grande escassez de novos mananciais para abastecimento.

No que se refere ao consumo de água em edifícios, segundo Oliveira *et al.* (2007), na maioria das edificações a água potável é utilizada para a realização de quase todas as atividades, independentemente de uma análise prévia da qualidade da água necessária. Ainda conforme os autores, a evolução do conceito do uso racional para a conservação de água consiste na associação da gestão, não somente da demanda, mas também da oferta de água, de forma que usos menos nobres possam ser supridos, sempre que possível, por águas de qualidade inferior.

Nesta perspectiva, Leverenz, Tchobanoglous e Asano (2011) afirmam ser inevitável, no futuro, a utilização de água purificada como uma fonte de abastecimento de água potável. Ainda segundo os autores, projetar um sistema interligado de coleta, abastecimento,

tratamento, purificação e redes de distribuição, possui a vantagem de oferecer máxima flexibilidade em casos de escassez de reservas hídricas.

Com o intuito de reverter a situação atual referente à problemática da água, são lançadas campanhas e novas tecnologias ambientais visando ampliar as ofertas de água e promover a redução do consumo através do uso racional. Dá-se o nome de Programa de Conservação de Água ao conjunto de ações voltadas para a gestão da oferta e da demanda de água nas edificações existentes. Estas ações podem ser adotadas na fase de projeto de edificações, de maneira que a conservação de água não seja uma prerrogativa apenas das edificações existentes (estoque construído), mas também das que serão construídas (OLIVEIRA *et al.*, 2007).

Nesse contexto, dada à necessidade de racionalização de água em todas as esferas, têm sido implementados, nos últimos anos, programas e demais medidas de conservação da água voltados especificamente para edificações públicas. Na esfera nacional, o governo brasileiro criou no ano de 2007 o Programa Senado Verde, voltado para a promoção da sustentabilidade nos prédios públicos, com o intuito de aplicar a gestão ambiental nas práticas administrativas do Senado Federal e de buscar soluções que garantam a economia de recursos naturais. A fim de servir como um referencial para os órgãos públicos nacionais, o programa criou a cartilha “Edifícios Públicos Sustentáveis”, na qual são apresentadas, entre outros, as diversas possibilidades de se implantar os conceitos de construção sustentável em uma obra pública.

Na esfera estadual, em Pernambuco, o Decreto Nº 40.903 de 18 de julho de 2014 dispõe sobre a gestão e a racionalização do consumo de água no âmbito do Poder Executivo Estadual e de suas entidades vinculadas. O Decreto representa uma importante etapa alcançada no que diz respeito à promoção da sustentabilidade hídrica nas edificações públicas estaduais, à medida que fomenta a conservação da água como meio de redução de gastos, aprimoramento do desempenho operacional e adequação às normas técnicas. O Decreto prevê ainda como uma das competências da Secretaria de Administração do Estado de Pernambuco (SAD) a formação e o desenvolvimento de servidores para atuarem como gestores de água, competindo ao gestor realizar o gerenciamento e o controle do consumo de água em todas as unidades consumidoras sob a sua responsabilidade.

A partir do Decreto N° 40.903, ainda no ano de 2014 foi firmada uma parceria entre a SAD e o Grupo de Recursos Hídricos da Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco-AQUAPOLI- POLI/UPE com o intuito de promover medidas de gestão do consumo da água em prédios públicos administrativos da Região Metropolitana do Recife. A primeira etapa do projeto firmado a partir desta parceria consistiu no diagnóstico inicial do consumo de água em 11 edificações públicas administrativas da Região Metropolitana do Recife (RMR).

A segunda etapa corresponde à implantação de medidas de conservação de água em edifício público piloto, a fim de que os resultados forneçam subsídios para o desenvolvimento de um Programa Estadual de Conservação da Água em Prédios Públicos. Esta dissertação está inserida na segunda etapa do projeto, sendo adotado como edifício piloto, o prédio público administrativo da Secretaria de Infraestrutura do Estado de Pernambuco (SEINFRA-PE).

Este trabalho tem o intuito de contribuir com o desenvolvimento de novas pesquisas acadêmicas voltadas para a conservação da água em prédios públicos administrativos, com a intenção ainda de fornecer parâmetros que possam ser utilizados como modelo para estudar outras tipologias de edificações.

### **1.1 Justificativa**

No que se refere a edificações públicas, a elevada concentração destes prédios na Região Metropolitana do Recife e nas demais capitais brasileiras evidencia o fato de o governo ser um grande responsável pelo consumo de água no país. De acordo com Santana e Kiperstok (2010), por ser um grande consumidor de recursos naturais, é importante que o governo adote as medidas preconizadas em seu arcabouço de regulamentações, e nos programas de racionalização de água, com o intuito de reduzir os impactos socioambientais negativos que provoca, sendo esta uma forma responsável de legitimar-se como gestor dos recursos naturais do país. Deste modo, faz-se necessária a adoção e cumprimento de medidas que propiciem a conservação da água e uma redução do consumo nestes edifícios, tendo em vista o importante papel do governo em gerir os recursos naturais do país.

A busca pela conservação dos bens naturais, baseada na perspectiva sustentável e nas pequenas ações individuais, possibilitará uma melhor qualidade de vida para as gerações futuras. A implementação de programas de conservação da água em prédios públicos a partir,

inicialmente, de pequenas ações individuais de conscientização dos usuários, apresenta elevado potencial de alcance, tendo em vista que o governo atua como um dos maiores empregadores do país. Este alcance, por sua vez, não se limitaria unicamente aos usuários-servidores, mas repercutiria também em seus lares e em demais locais onde possam transitar.

Conforme Santana e Kiperstok (2010) existe ainda um importante aspecto para justificar a necessidade da adoção de uma postura rigorosa quanto ao uso sustentável da água pelo poder público, e que diz respeito à redução dos custos com despesas desnecessárias. De acordo com os autores, tais despesas são pagas com o dinheiro do contribuinte, e este dinheiro deve ser utilizado, prioritariamente, com serviços destinados ao bem e uso público. Tal fato reforça a importância e necessidade de que o poder público adote uma postura rigorosa no sentido de tornar eficiente o uso da água nestes prédios através de uma gestão adequada do consumo, de forma ainda a contribuir com a redução de despesas.

## **1.2 Objetivo geral**

Identificar as principais medidas a serem implementadas em prédios públicos administrativos para que haja uma melhor gestão do consumo de água nestes edifícios, tendo em vista a escassez cada vez maior deste recurso.

## **1.3 Objetivos específicos**

- Caracterizar o edifício e o perfil dos seus usuários de água;
- Calcular o indicador de consumo de água do prédio piloto e compará-lo com indicadores de outros edifícios públicos administrativos da RMR.
- Aplicar medidas de gestão do consumo da água e monitorar o consumo a fim de avaliar impactos reais e potenciais de redução do consumo a partir da efetiva adoção destas medidas;
- Fornecer subsídios para o desenvolvimento de novas pesquisas relativas à racionalização da água em edifícios públicos administrativos estaduais a fim de possibilitar a elaboração de um Programa Estadual de Conservação da Água nestes prédios.

#### **1.4 Estrutura do trabalho**

Esta dissertação é composta por 6 capítulos. O capítulo um apresenta a introdução, na qual é feita uma abordagem geral relativa à temática proposta pelo trabalho e apresentados ainda a justificativa, os objetivos e a estrutura organizacional da pesquisa.

No segundo capítulo inicia-se a revisão da literatura e são discutidos aspectos relevantes sobre o consumo de água em áreas urbanas, sobre as principais iniciativas e programas de conservação desse recurso e sobre normas e legislações pertinentes.

O capítulo três dá sequência à revisão da literatura e expõe aspectos mais específicos relacionados à gestão da água em prédios públicos. Neste capítulo reforça-se a importância da racionalização do consumo de água em edificações públicas e são mostrados programas e projetos nacionais voltados especificamente para o tema.

O capítulo quatro mostra a metodologia utilizada para realização da pesquisa, sendo detalhadas as diferentes etapas para seu desenvolvimento, como: planejamento e definição do edifício piloto; métodos de coleta de dados; implementação de medidas de gestão do consumo de água, etc.

No capítulo cinco tem-se a discussão dos resultados obtidos na pesquisa e sugestões para trabalhos futuros.

Por fim, no capítulo 6, são feitas as considerações finais do trabalho e destacados pontos relevantes de conclusão da pesquisa.

## 2 GERENCIAMENTO E USO DA ÁGUA

O gerenciamento da utilização da água para preservação dos recursos hídricos pode ser realizado em três níveis sistêmicos: o Macro, que está relacionado aos sistemas hidrográficos; o Meso, associado aos sistemas públicos urbanos de abastecimento de água e de coleta de esgoto sanitário, e o Micro, que está ligado às ações que se concentram nos sistemas prediais. Algumas medidas passivas de gestão da demanda, como as ações educativas voltadas ao usuário de água e a adoção de tarifas para inibir o consumo, são contempladas no nível micro. A figura 1 mostra as ações de gerenciamento de água nas escalas macro, meso e micro.

**Figura 1-** Ações de gerenciamento de água

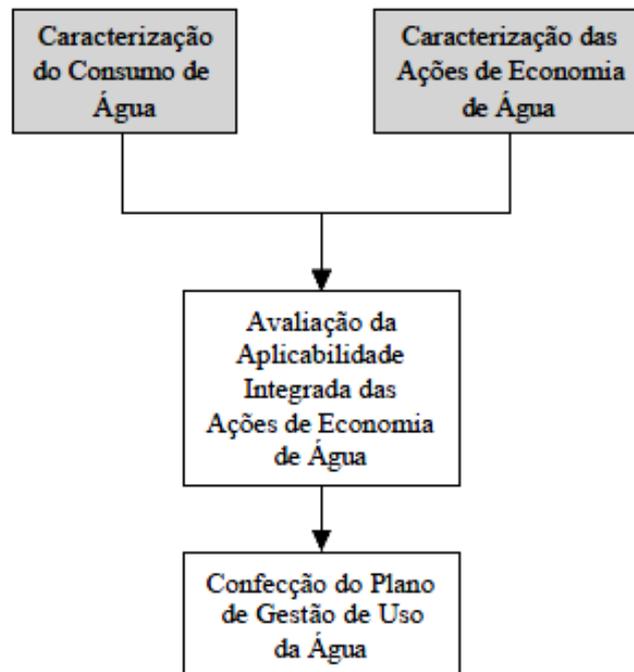


**Fonte:** Kiperstok *et al.* (2009)

De acordo com Kiperstok *et al.* (2009), com relação aos aspectos quantitativos em escala micro, o conhecimento do consumo total de água em uma residência, por exemplo, é de fundamental importância para se saber onde devem ser priorizadas as ações de conservação da água em edificações. Os autores salientam ainda que, quando as ações empregadas se restringem ao uso racional nas edificações, o enfoque é a demanda, pois o que se busca é o menor consumo possível de água nas atividades domésticas. Já quando as ações visam a conservação da água em edifícios, o enfoque torna-se mais abrangente, pois envolve demanda e oferta, e consiste na otimização do consumo somada à implantação de fontes alternativas, empregando-se água “menos” nobre para usos “menos” nobres.

No que se refere à promoção da sustentabilidade hídrica em edificações, Santos (2002) salienta a urgência de uma gestão adequada do uso da água nas edificações, reforçando a importância de que esta gestão aborde aspectos qualitativos e quantitativos. Baseando-se neste ponto de vista, o autor apresenta a estrutura do Programa de Gestão do Uso da Água em Edificações (PGUAE), conforme é mostrado na figura 2.

**Figura 2-** Estrutura do PGUAE



**Fonte:** Santos (2002)

Para o caso de edificações públicas de perfil administrativo, entende-se que a estrutura básica do PGUAE pode ser replicada para esses tipos de prédios, no sentido de estabelecer um gerenciamento adequado da utilização da água em escala Micro. Entretanto, deve-se considerar para tal, as peculiaridades existentes nesses edifícios no que se refere: ao perfil do usuário; às características físicas da edificação; ao estado de conservação das instalações hidráulicas; horário de expediente; entre outros.

## **2.1 Consumo de água em áreas urbanas**

A não existência de infraestrutura urbana básica (água encanada, esgoto e luz) nas periferias representa um entrave ao desenvolvimento e à expansão das grandes cidades. Como consequência deste fato, a solução de verticalização das moradias torna-se a mais adequada, o

que contribui cada vez mais com o aumento da densidade populacional e o surgimento de edificações residenciais multifamiliares nos meios urbanos (YAMADA, 2001). Tal fato, por sua vez, implica um aumento do consumo de recursos naturais nesses ambientes e, no caso específico da água, faz com que sejam necessárias cada vez mais alternativas que visem à redução deste consumo, tendo em vista o contínuo processo de escassez deste recurso. O crescimento das atividades econômicas e a manutenção das condições de qualidade de vida da população, através da modernização dos padrões de consumo, são grandes responsáveis pelo aumento do uso de água nos grandes centros urbanos.

Yamada (2001) expõe que as características de âmbito social e cultural dos usuários de uma região são determinantes para o consumo de água daquele local. Todavia, as condições de operação dos sistemas públicos de abastecimento de água também influenciam o indicador de consumo de água em dada localidade. O estado de Pernambuco, por exemplo, apresentava no ano de 2011 um consumo relativamente baixo, cerca de 90 (Litros/habitante.dia) (COMPESA, 2011). Um consumo abaixo ou na faixa de 100 (Litros/habitante)/dia, porém, pode indicar uma demanda reprimida, ou seja, apesar de a população estar conectada aos serviços de abastecimento, não está recebendo a água na quantidade ideal. A partir do início do ano de 2012, porém, a inauguração da última etapa do sistema adutor de Pirapama, localizado no município do Cabo de Santo Agostinho, na Região Metropolitana do Recife, beneficiou cerca de três milhões de pessoas no estado de Pernambuco. Pirapama retirou vários bairros do racionamento de água, solucionando um problema crônico de falta de água existente por mais de vinte anos no estado.

Devido ao aumento do consumo de água nas últimas décadas, houve a necessidade de um gerenciamento intensivo baseado na racionalização do uso da água e na ampliação dos sistemas de abastecimento. No caso particular das edificações, Kiperstok *et al.* (2009) acrescenta que o consumo de água (ou de energia) decorre de vários aspectos que precisam ser analisados visando a organização das ações para sua minimização. Os autores acrescentam que o primeiro aspecto considerado está relacionado aos mecanismos de controle do consumo de água no prédio, que se constitui em requisito fundamental para que os outros aspectos possam ser praticados com racionalidade. Ainda segundo os autores, a medição do consumo é imprescindível para que este possa ser controlado, permitindo que os usuários tenham conhecimento do consumo geral da edificação.

Ainda nesse contexto, Oliveira *et al.* (2007) afirmam que o consumo total de água, independentemente da tipologia do prédio considerado, é composto por uma parcela efetivamente utilizada e outra desperdiçada. Os autores acrescentam que a água utilizada é aquela necessária para a realização das diferentes atividades, e o desperdício, por sua vez, pode ser decorrente do uso excessivo, inadequado e/ou de vazamentos. De acordo com Gonçalves (2006), a água destinada ao consumo humano pode ter dois fins distintos:

- **potáveis** – higiene pessoal, ingestão e preparação de alimentos (usos de água com rigoroso padrão de potabilidade, conforme estabelecido na legislação aplicável);
- **não potáveis** – lavagem de roupas, carros, calçadas, irrigação de jardins, descarga de vasos sanitários, piscinas, entre outros.

Apesar da existência de baixos consumos decorrentes de demanda reprimida, o consumo elevado de água, decorrente de desperdícios, entretanto, é aquele que deve requerer maior atenção do governo e da sociedade como um todo. De acordo com Oliveira *et al.* (2007), para uma redução do consumo mais efetiva, devem ser desenvolvidas campanhas de sensibilização dos usuários para a conservação de água.

## 2.2 Iniciativas de conservação do uso da água em edificações

A nomenclatura “Conservação da Água”, usada mais comumente no meio científico, significa o uso controlado e eficiente deste recurso, e contempla tanto medidas de uso racional como de reuso de água. Conforme Oliveira e Gonçalves (1999), algumas ações podem ser implementadas nos edifícios a fim de reduzir os desperdícios de água:

- **Ações econômicas:** por meio de incentivos e desincentivos econômicos. Os incentivos podem ser alcançados através de subsídios para a aquisição de sistemas e componentes economizadores de água e redução de tarifa; os desincentivos, podem ser implementados com a elevação das tarifas de água;
- **Ações sociais:** por meio de campanhas educativas e de sensibilização do usuário que impliquem redução de consumo como consequência da mudança do comportamento individual dos mesmos;

- **Ações tecnológicas:** por meio da substituição de sistemas e componentes convencionais por economizadores de água; da implementação de sistemas de medição setorizada do consumo de água; da detecção e correção de vazamentos; do reaproveitamento de água; e da reciclagem de água servida.

Gonçalves, Alves e Zanella (2006) dizem que a conservação de água pode ser definida como um conjunto de práticas, técnicas e tecnologias que propiciam a melhoria da eficiência do seu uso, incidindo de maneira sistêmica sobre a demanda e a oferta de água. Oliveira e Gonçalves (1999) acrescentam que, das ações tecnológicas, as mais acessíveis aos usuários são as substituições de componentes convencionais por economizadores de água e o controle de desperdícios.

Os autores ainda salientam que, no que diz respeito a componentes, em sua grande maioria, a redução do consumo é alcançada independentemente da ação do usuário. Além disso, em geral, proporcionam ambientes sanitários mais limpos quando o acionamento de descargas é automático, como também evitam perdas de água devido ao mau fechamento de componentes convencionais. Existem diversas opções tecnológicas que contribuem para a redução e controle de água, entre elas (OLIVEIRA; GONÇALVES, 1999):

- sistema de medição setorizada do consumo de água;
- sistemas e componentes economizadores de água;
- detecção e correção de vazamentos.

Nesta perspectiva, Yamada (2001) diz que dentre todas as ações apresentadas, tecnicamente, a medição individualizada ou setorizada em edifícios se enquadra como sendo uma ação indireta de intervenção em metodologias para economia de água. Ele acrescenta que as demais opções são ações de intervenção direta aos sistemas hidráulicos prediais, as quais visam à redução e controle de desperdício de água através da atuação e manutenção de projetos hidráulicos danificados e ineficientes.

No caso particular de edificações públicas, porém, este tipo de opção tecnológica de medição setorizada pode não acarretar um grande impacto em termos de redução do consumo de água se comparado aos edifícios residenciais, por exemplo. Isto pode ser justificado pelo fato de-

diferentemente do que acontece em edifícios residenciais- nos edifícios públicos o usuário-servidor não ser o responsável direto pelo pagamento da fatura total de água daquele prédio.

As ações sociais educativas, de incorporação da questão da água aos currículos escolares, programas e campanhas de educação ambiental são cada vez mais comuns no cenário nacional. No estado de Pernambuco, a Companhia Pernambucana de Saneamento, a COMPESA, tem realizado intensas campanhas a fim de conscientizar a população a respeito da importância do uso racional da água. As campanhas são realizadas através de propagandas nas televisões e rádios do estado, além da distribuição de *folders* explicativos sobre consumo consciente da água.

Além disso, a COMPESA, a partir da criação de um Núcleo de Responsabilidade Social, desenvolveu o projeto Por Dentro da Compesa, que tem por objetivo apresentar à população o trabalho desenvolvido pela Companhia. O projeto possibilita a realização de visitas a diferentes unidades da Companhia em todo o estado de Pernambuco. A figura 3 mostra um exemplo de campanha educativa desenvolvida pela COMPESA através de folder explicativo.

**Figura 3-** Folder explicativo COMPESA

**ÁGUA: SABENDO USAR, NÃO VAI FALTAR.**

**VOCÊ SABE QUANTA ÁGUA SE CONSUME EM CADA ÁREA DE SUA RESIDÊNCIA?**

- Fora de casa, jardins, calçadas - 10% do consumo
- No banheiro - 70% do consumo
- Na cozinha - 10% do consumo
- Na área de serviço - 10% do consumo

Informações, reclamações ou estouramento na rua ligue:  
**TELEATENDIMENTO COMPESA:**  
**0800 081 0195**

No Interior do Estado, procure os escritórios locais.  
[www.compesa.com.br](http://www.compesa.com.br) | [www.pe.gov.br](http://www.pe.gov.br)



Secretaria de  
Recursos Hídricos  
e Energéticos



Fonte- COMPESA (2011)

### 2.3 Programas nacionais de conservação do uso da água

Atualmente, as principais questões que envolvem a preservação e o uso dos recursos hídricos são a crescente demanda e poluição nos centros urbanos, aumentos gradativos dos custos de fornecimento de água e a heterogeneidade na distribuição e no abastecimento de água nas cidades (NUNES, 2006).

Os programas nacionais de conservação do uso da água começaram a ser criados no início da década de 90. A atuação destes programas se restringe basicamente a três níveis: a conservação da água na Bacia Hidrográfica, a conservação nos Sistemas Públicos de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário e a conservação nos Sistemas Prediais. Nos sistemas de abastecimento de água, as ações de conservação da água têm por objetivo minimizar as perdas nestes sistemas. Estas perdas podem ser referentes às representadas pela parcela não consumida de água, ou seja, as físicas, e as perdas não físicas, aquelas que correspondem à água consumida e não registrada.

As ações de conservação da água nos sistemas prediais referem-se às práticas de gerenciamento do uso da água nas edificações. Tais práticas incluem o uso racional através de: aparelhos economizadores de água, das atividades de manutenção predial e da adoção de sistemas de medição setorizada em cada edificação. Ainda contemplam o uso de fontes alternativas de abastecimento de água para fins não potáveis como a água de chuva.

São programas nacionais de conservação do uso da água:

- Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (PNCDA)

No ano de 1994, os estudos que originaram a série “Modernização do Setor Saneamento” apontaram para a necessidade de se incorporar no âmbito federal, a coordenação de política e programa voltados à conservação e ao uso racional da água de abastecimento público. Em abril de 1997, o Ministério do Planejamento e Orçamento, através do Departamento de Saneamento da SEPURB, instruiu finalmente no cenário nacional um programa de conservação e uso racional da água.

O PNCDA tem por objetivo geral promover o uso racional da água para abastecimento público nas cidades brasileiras, em benefício da saúde pública, do saneamento ambiental e da eficiência dos serviços. São alguns dos objetivos específicos do programa:

- promover o desenvolvimento tecnológico de componentes e equipamentos de baixo consumo de água para uso predial, inclusive normalização técnica, códigos de prática e capacitação laboratorial;

- promover a produção de informações técnicas confiáveis para o conhecimento da oferta, da demanda e da eficiência no uso da água de abastecimento urbano.

Enquanto programa nacional, o PNCDA centra suas principais ações em linhas de capacitação, assistência técnica e desenvolvimento institucional. As ações diretas de gestão da oferta e da demanda de água são de competência dos estados e municípios, em articulação com entidades públicas e privadas envolvidas no abastecimento de água.

- Programa de Uso Racional da Água (PURA)

A Região Metropolitana do estado de São Paulo encontra-se na Bacia do Alto Tietê que disponibiliza uma média 200 mil Litros/habitante/ano, o que representa 1/10 do valor indicado pela ONU, que vai de 1,5 milhões a 2,5 milhões de Litros/habitante/ano (SABESP, 2013). Diante deste quadro, a SABESP, Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo, adotou uma política de incentivo ao uso racional da água, envolvendo ações tecnológicas e mudanças culturais para a conscientização da população quanto ao desperdício de água.

Segundo Gonçalves (2006), o Programa de Uso Racional da Água tem como principal objetivo garantir o fornecimento de água e a qualidade de vida da população. De acordo com o autor, alguns dos principais objetivos específicos do PURA são:

- mudar vícios de uso abusivo de água no cotidiano das pessoas;
- implementar leis, regulamentos e normas para a utilização racional da água e uso dos equipamentos economizadores em prédios de órgãos públicos;
- implementar normas sobre o desenvolvimento tecnológico e padronização de equipamentos economizadores de água;
- mudar projetos de instalações prediais de água fria e quente, de parâmetros hidráulicos e de código de obra;
- introduzir o programa no currículo das escolas das redes de ensino estadual e municipal de São Paulo, através de programas específicos, como o kit do projeto água, o teatro de fantoche Nave Mãe e outros programas regionalizados, como o Projeto Caracol.

Desde 1995, o PURA vem sendo implementado pela SABESP, em parceria com o Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT (GONÇALVES, 2006). O autor acrescenta que as soluções para a diminuição do consumo de água são compostas de diversas ações, como detecção e reparo de vazamentos, campanhas educativas, troca de equipamentos convencionais por equipamentos economizadores de água e estudos para reaproveitamento de água.

De acordo com Oliveira e Gonçalves (1999), a metodologia para a implantação de PURA em edifícios é estruturada em quatro etapas:

- a) **Auditoria do consumo de água:** é a etapa que permite o conhecimento da utilização da água no sistema, através de planejamento adequado para a realização de levantamento documental, das características físicas e funcionais do edifício e, em particular, do sistema hidráulico.
- b) **Diagnóstico do consumo de água no edifício:** o diagnóstico é a síntese organizada das informações obtidas na auditoria do consumo de água.
- c) **Plano de Intervenção:** a partir do diagnóstico realizado, elaborar o plano de intervenção cujas ações devem ser iniciadas pelo ponto crítico do sistema, em geral, pela correção dos vazamentos detectados.
- d) **Avaliação do impacto de redução do consumo de água:** a avaliação do impacto de redução do consumo de água pode ser feita após a implementação de cada uma das ações, fazendo-se a leitura no hidrômetro diária ou semanalmente e observando-se o impacto de redução nos respectivos períodos.

## 2.4 Legislações e normas pertinentes

No Brasil, a primeira legislação relevante voltada para o gerenciamento dos recursos hídricos foi o Código das Águas de 1934. Já no ano de 1997 entrou em vigor a Lei nº 9.433/1997, conhecida como “Lei das Águas”. Esta lei instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos- (PNRH) e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH). São objetivos da PNRH assegurar à atual e às futuras gerações água em qualidade e

disponibilidade suficientes através da utilização racional e integrada, da prevenção e da defesa dos recursos hídricos contra eventos hidrológicos críticos.

De acordo com a Lei das Águas, a água é considerada um bem de domínio público e um recurso natural limitado, dotado de valor econômico. A lei prevê ainda que a gestão dos recursos hídricos deve proporcionar os usos múltiplos das águas, de forma descentralizada e participativa, devendo contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades.

Nesta perspectiva, Dolnicar, Hurlimann e Grun (2011) dizem que, para enfrentar a crise mundial da água, é essencial que engenheiros e cientistas sociais trabalhem em conjunto. Os engenheiros podem propiciar o melhor, que são soluções seguras e eficientes para ampliar o abastecimento d'água; por outro lado, os cientistas sociais podem contribuir para encontrar soluções mais aceitáveis para as comunidades e aumentar a aceitação do uso de fontes alternativas de água (DOLNICAR; HURLIMANN; GRUN, 2011). Sendo assim, percebe-se que há, de certo modo, um consenso no que se refere à participação dos diversos representantes da sociedade na busca por melhores estratégias de gestão do consumo da água ao redor do mundo, sejam através soluções tecnológicas ou por meio da conscientização dos usuários.

A ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) desenvolveu no ano de 2007 a norma brasileira NBR 15.527/2007, que aborda o aproveitamento das águas de chuva através de coberturas em áreas urbanas para fins Não Potáveis, como irrigação de áreas permeáveis (jardins) e plantas ornamentais, descargas de bacias sanitárias, limpeza de calçadas, ruas e pátios, lavagem de veículos, espelhos d'água e usos industriais.

Segundo Maciel (2014), para o entendimento do projeto do sistema de coleta de águas pluviais, este deve atender às seguintes normas brasileiras: NBR 5626/1998 (Instalação Predial de Água Fria) e a NBR 10844/1989 (Instalações Prediais de Águas Pluviais), devendo-se usar a caixa de inspeção, e não a caixa de areia nesta última. A autora reforça que, na análise para a implantação do sistema, deverá ser levado em consideração o alcance do projeto, a população que utilizará as águas de chuva, a determinação da demanda a ser definida pelo projetista do sistema, os estudos das séries históricas e a média das precipitações da região onde será implantado o sistema de captação.

No âmbito estadual, no estado de Pernambuco, podem-se destacar as seguintes legislações relativas ao gerenciamento, uso e conservação da água:

- Lei 16.759 do ano de 2002, do Município de Recife: institui a obrigatoriedade da instalação de hidrômetros individuais nos edifícios. Transcreve-se abaixo um trecho desta lei (RECIFE, 2002):

**Art. 1º** - Nos edifícios e condomínios com mais de uma unidade de consumo, independente da categoria de usuários a que pertençam (residenciais, comerciais, públicos, mistos e da área das unidades), deverão ser dotados de sistema de medição individual de consumo de água, cujos projetos de construção não tenham sido protocolados no órgão competente de cada município do Estado onde se encontra, até a data de vigência desta Lei.

**Art. 2º** - A implantação de medição individual de água por unidade de consumo, obrigatória, não dispensa a necessidade de medição global do consumo do edifício ou condomínio, com a emissão de contas individuais por unidade de consumo e para o condomínio.

**Parágrafo Único** - A manutenção do sistema individual de água é de única e exclusiva responsabilidade do usuário, competindo ao órgão ou entidade prestadora do serviço público de abastecimento de água a manutenção do equipamento de medição global do edifício ou condomínio e dos medidores individuais, conforme estabelecido em legislação específica.

**Art. 3º** - Os órgãos ou entidades responsáveis pelos serviços públicos de distribuição de água tratada e esgotamento sanitário prestarão aos interessados, orientações técnicas para elaboração dos projetos hidráulico-sanitários prediais com medição individualizada.

- Lei 12.609 do ano de 2004, do Estado de Pernambuco: institui a obrigatoriedade da instalação de hidrômetros individuais nos edifícios do estado de Pernambuco.
- Lei 17.081 do ano de 2005, do Município de Recife: Cria no Município do Recife o Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações. Transcreve-se abaixo um trecho desta lei (RECIFE, 2005):

**Art. 1º.** O Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações tem como objetivo instituir medidas que induzam à conservação, uso racional e utilização de fontes alternativas para captação de água nas novas edificações, bem como a conscientização dos usuários sobre a importância da conservação da água.

**Art. 2º.** Para os efeitos desta Lei e sua adequada aplicação, são adotadas as seguintes definições:

I - Conservação e Uso Racional da Água - conjunto de ações que propiciam a economia de água e o combate ao desperdício nas edificações;

II - Desperdício Quantitativo de Água - volume de água potável desperdiçado pelo uso abusivo;

III - Utilização de Fontes Alternativas - conjunto de ações que possibilitam o uso de outras fontes para captação de água que não o Sistema Público de Abastecimento.

- Lei 14.572 do ano de 2011, do Estado de Pernambuco: estabelece normas para o uso racional e reaproveitamento das águas nas edificações do Estado de Pernambuco e dá outras providências. Transcreve-se abaixo um trecho desta lei (PERNAMBUCO, 2011):

**Art. 1º.** Ficam instituídas regras para o uso racional e reaproveitamento das águas nas edificações localizadas no Estado de Pernambuco, nos termos desta Lei.

**Parágrafo único.** Esta Lei objetiva a promoção de medidas necessárias à conservação, à redução do desperdício e à utilização de fontes alternativas para a captação e o aproveitamento da água nas edificações, bem como a conscientização dos usuários sobre a sua importância para a vida.

**Art. 4º.** O reaproveitamento das águas destina-se a diminuir a demanda de água, aumentando as condições de atendimento e reduzindo a possibilidade de inundações.

**Art. 5º.** Para efeito desta Lei, as ações de reaproveitamento das águas compreendem basicamente: I - a captação, o armazenamento e a utilização de água proveniente das chuvas; e II - a captação, o armazenamento, o tratamento e a utilização de águas servidas.

**Art. 10º.** Os sistemas hidráulico e sanitário das novas edificações serão projetados de modo a propiciar a economia e o combate ao desperdício de água, privilegiando a sustentabilidade dos recursos hídricos, sem prejuízo do conforto e da segurança dos habitantes.

- Decreto 40.903 do ano de 2014, do Estado de Pernambuco: dispõe sobre a gestão e a racionalização do consumo de água no âmbito do Poder Executivo Estadual e de suas entidades vinculadas. Transcreve-se abaixo um trecho deste Decreto (PERNAMBUCO, 2014):

**Art. 1º.** As normas previstas neste Decreto aplicam-se aos órgãos e entidades integrantes do Poder Executivo Estadual, compreendendo os órgãos da administração direta, os Fundos, as Fundações, as Autarquias, bem como as Empresas Públicas e Sociedades de Economia Mista dependentes do Tesouro Estadual, nos termos da legislação pertinente.

**Art. 2º.** Compete à Secretaria de Administração:

I – coordenar projetos e ações relativas à gestão e ao consumo racional de água, nos prédios públicos dos órgãos e entidades referidos no art. 1º, visando torná-los mais eficientes e Sustentáveis;

II – realizar acordo de cooperação técnica com a companhia responsável pela prestação dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário no Estado de Pernambuco; II – promover a formação e o desenvolvimento de servidores para atuarem como gestores de água;

III – manter permanente análise e controle do consumo eficiente de água em todas as unidades consumidoras sob a responsabilidade dos órgãos e entidades referidos no art. 1º;

IV – realizar, em parceria com a companhia de água e saneamento: palestras, seminários e capacitações que tratem da racionalização do consumo de água ou da redução progressiva e acentuada do consumo, visando conscientizar e envolver todos os servidores e empregados públicos;

V – identificar oportunidades de ganhos de eficiência no uso consciente da água, bem como o correspondente potencial de redução do consumo;

### **3 A GESTÃO DO CONSUMO DE ÁGUA EM PRÉDIOS PÚBLICOS**

Tendo em vista o atual cenário mundial no que se refere a escassez de recursos hídricos, Britto e Kiperstok (2013) reforçam a importância da racionalização do consumo de água, que contribui tanto na vertente ambiental (a partir da eliminação de desperdícios e perdas), como na vertente econômica (pela consequente redução das despesas da água consumida inadequadamente). Ainda segundo os autores, a economia do consumo também pode viabilizar o aproveitamento dos recursos na própria infraestrutura de determinada cidade/estado/país, melhorando os serviços prestados à população.

Baseando-se nesta premissa, deve-se levar em consideração o alto potencial de ações de racionalização do consumo de água nos prédios públicos do país, tendo em vista o elevado número dessas edificações distribuídas nos estados e concentradas principalmente nas áreas urbanas mais povoadas. Britto e Kiperstok (2013) comentam que tal racionalização (empregada através de uma gestão adequada) exige, no entanto, o conhecimento detalhado do consumo de água do edifício. Este consumo pode ser conhecido e controlado por meio de: implantação e leitura dos hidrômetros (que geram informações acerca do padrão de consumo atual e possibilitam o estabelecimento de metas com as unidades); da consciência do usuário e do gestor sobre todas as parcelas do seu consumo e da cobrança de uma tarifa diferenciada como método inibidor do desperdício.

Deste modo, a medição e a respectiva cobrança pelo uso da água se configuram como importantes instrumentos de gestão do consumo deste recurso nas edificações. No caso específico dos prédios públicos, tais instrumentos permitem aos gestores de água possuir grande controle acerca do consumo total do edifício e perfil dos usuários. Desta maneira torna-se mais fácil o planejamento de medidas efetivas que atuem diretamente nos focos de desperdícios e práticas não sustentáveis.

#### **3.1 Panorama nacional e internacional**

##### *3.1.1 Internacional*

Construir e planejar edificações que contemplem abordagens sustentáveis como eficiência energética e conservação da água são preocupações bastante comuns na Europa e nos Estados

unidos desde 1970, quando surgiu o conceito de *Green Building*. Podem-se identificar esses tipos de edificações por meio do selo LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*) que consiste em um sistema de pontuação utilizado para certificar um *Green Building*; desta forma é assegurado que a construção foi realizada utilizando conceitos da sustentabilidade.

Segundo Maciel (2014) a certificação LEED foi criada no ano 2002 por *US Green Building Council* (USGBC), e tem o objetivo de desenvolver a indústria da construção sustentável no país a partir da utilização das forças de mercado para conduzir a adoção de práticas de *Green Building*; em um processo interligado de concepção, implantação, construção e operação de edificações e espaços construídos. Ainda segundo a autora, a aplicação destes sistemas de avaliação ambiental de edifícios consiste numa prática comum em vários países da Europa, bem como nos Estados Unidos, Canadá, Austrália e Japão.

No que se refere especificamente a edificações públicas construídas, no entanto, a literatura aborda muito pouco sobre experiências internacionais de conservação e uso racional da água nestes tipos de prédios. Os casos encontrados com mais frequência sobre a temática tratam do aproveitamento de água da chuva para fins não potáveis, principalmente em prédios escolares pertencentes ao governo e universidades públicas ao redor do mundo.

Na Europa, entretanto, o surgimento da Diretiva Quadro da Água (DQA) de 2000 priorizou medidas de gestão deste recurso, acarretando na consolidação de um modelo Europeu-mundialmente reconhecido de gerenciamento de recursos hídricos. Conforme Silva, Ferreira e Pompêo (2013), muitas lições podem ser tiradas de modelos de gestão da água aplicados nos diversos países, desde que se façam as devidas adequações às realidades locais. Os autores acrescentam que, neste sentido, a DQA surgiu como uma alternativa europeia promissora na gestão dos corpos hídricos. Entre as várias finalidades da Diretiva, estão a de incentivar o uso sustentável da água por seus vários usuários e a proteção e melhora do ambiente aquático através da aplicação de medidas melhora na qualidade dos recursos hídricos.

Em Portugal há um exemplo voltado com maior direcionamento para a gestão da água em edificações públicas. Tal exemplo consiste na elaboração e publicação de um Manual de Boas Práticas para gestão energética e de água nos Palácios da Justiça do país. O documento foi elaborado pela faculdade de arquitetura da Universidade Técnica de Lisboa, e reúne diretrizes

e medidas a serem tomadas a fim de reduzir gastos com água e energia e fomentar o uso sustentável destes recursos.

Nos países europeus as ações e medidas para uma gestão adequada do consumo de água encontram-se especificadas por meio de manuais de boas práticas. Este hábito se mostra diferenciado com relação ao Brasil, por exemplo, onde se prioriza o detalhamento de tais medidas através de decretos e legislações específicas (embora esta prática não ofereça garantia e eficiência na aplicação de muitas destas leis).

No Manual de Boas Práticas citado- para os prédios do Palácio da Justiça em Portugal- é enfatizada a importância do Secretário de Justiça; este passa a assumir o papel de gestor de água e energia da edificação, sendo peça-chave no processo de conscientização de todos os que trabalham no edifício (CALDAS, 2010). Segundo Caldas (2010), no panorama dos edifícios que integram o parque edificado do Ministério da Justiça português, os prédios dos Palácios da Justiça representam a terceira categoria com maior consumo energético. Sendo assim, a autora salienta que o desempenho desse tipo de edificação pode melhorar significativamente se houver a colaboração de usuários e gestores, nomeadamente em relação aos princípios apresentados no Manual de Boas Práticas.

Com relação ao aproveitamento de água de chuva em prédios públicos ao redor do mundo, de acordo com Tomaz (2003), um dos países que mais utiliza SAAP- sistemas de aproveitamento de água pluvial- e promove estudos e pesquisas nessa área, é o Japão. O autor cita como exemplo o caso de Tóquio, onde regulamentos do governo metropolitano obrigam que todos os prédios com área construída maior que 30.000 m<sup>2</sup> (ou que utilizem mais de 100 m<sup>3</sup> por dia de água para fins não potáveis) façam reciclagem da água de chuva e de água servida (água de lavatórios, chuveiros e máquinas de lavar roupas).

Em alguns países industrializados, como a Alemanha, as autoridades públicas e a população estão apoiando de forma ativa o aproveitamento de água de chuva. Além disso, o governo alemão participa com apoio financeiro, oferecendo financiamentos para a construção de sistemas de captação de água pluvial, incentivando assim a economia de água potável para suprir as demandas das futuras populações e novas indústrias; conservando as águas subterrâneas que são utilizadas como fontes de recurso hídrico em muitas cidades do país. (GROUP RAINDROPS, 2002).

Países como Austrália, Estados Unidos e Cingapura também estão desenvolvendo pesquisas referentes ao aproveitamento de água de chuva. Em 1992, foi iniciado o sistema de uso de água pluvial no Aeroporto de Chagi, em Cingapura. A água da chuva captada nas pistas de decolagem e aterrissagem é coletada, armazenada e utilizada para descarga dos banheiros (GROUP RAINDROPS, 2002).

### *3.1.2 Nacional*

Sob o ponto de vista da sustentabilidade hídrica, alguns estados brasileiros já possuem estudos e projetos desenvolvidos, ou em andamento, com o objetivo de tornar mais eficiente o uso da água em prédios pertencentes ao governo. No entanto, Santos (2010) afirma que poucos trabalhos conhecidos têm estudado, de forma detalhada, os gastos de água nestes prédios, e que pouco se conhece sobre a relação entre projetos inadequados de banheiros, por exemplo, e o alto consumo de água nessas edificações.

Na Bahia, o Governo do estado criou um programa para aumentar a eficiência dos gastos públicos. Para realização deste programa, a TECLIM (Rede de Tecnologias Limpas da Escola Politécnica da UFBA) apresentou uma proposta de projeto para reduzir o consumo de água e energia elétrica em edifícios públicos do estado. O projeto foi desenvolvido sob um contrato com o Governo da Bahia, sendo inclusos departamentos do governo e outros órgãos públicos (MARINHO; GONÇALVES; KIPERSTOK, 2013).

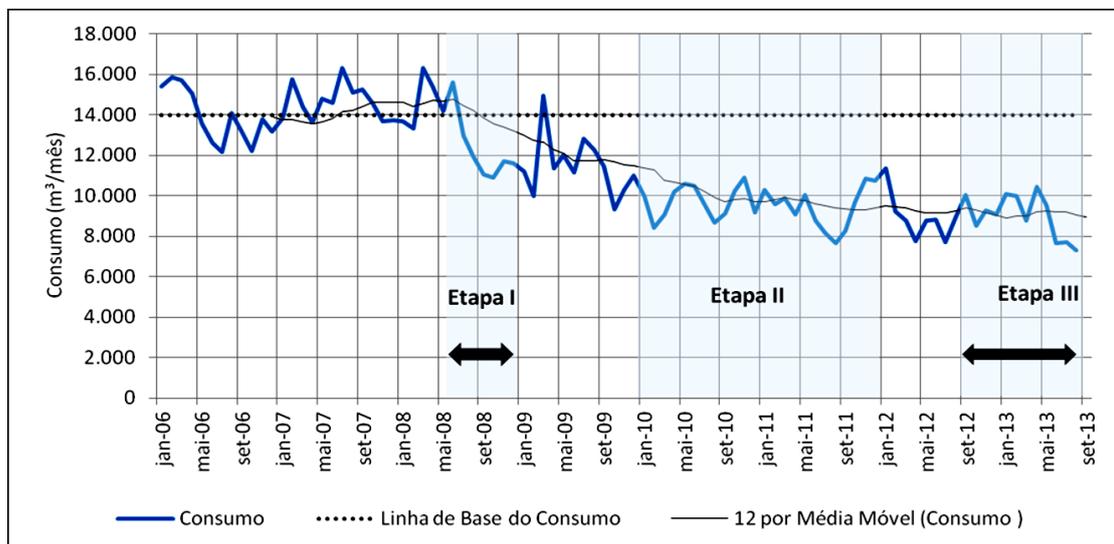
De acordo com Marinho, Gonçalves e Kiperstok (2013), os resultados obtidos após 2 anos de projeto, e sem investimentos financeiros significativos, apontaram uma redução geral do consumo de água de 33%, resultando também em uma redução das despesas de aproximadamente U\$ 1.000.000. Britto e Kiperstok (2013) apontam as três etapas básicas do projeto realizado em 17 prédios do Governo do Estado da Bahia, localizados no Centro Administrativo do estado. Etapa I ocorreu entre junho e dezembro de 2008, a Etapa II em 2010 e 2011 e a Etapa III foi iniciada efetivamente em 2013 com vigência para os próximos três anos:

- Etapa I: consistiu na avaliação preliminar dos prédios, com foco nas suas características, no levantamento do perfil dos usuários, na composição dos gastos, nas características da demanda e nos dados de consumo.

- Etapa II: contemplou intervenções gerais (comuns aos equipamentos do Centro Administrativo da Bahia) e locais (específicas de cada prédio), assim como o acompanhamento do consumo através do VIANET (ferramenta online para acompanhamento e controle do consumo de água; alimentado diariamente com leituras dos hidrômetros e observações de ocorrências havidas no prédio).
- Etapa III: objetiva expandir o programa para todos os prédios do Governo do Estado e implantar instâncias da administração pública para acompanhamento do consumo de água que favorecerá a fiscalização, o autoconhecimento, a articulação e controle sistêmico, principalmente das unidades organizadas em rede de serviços.

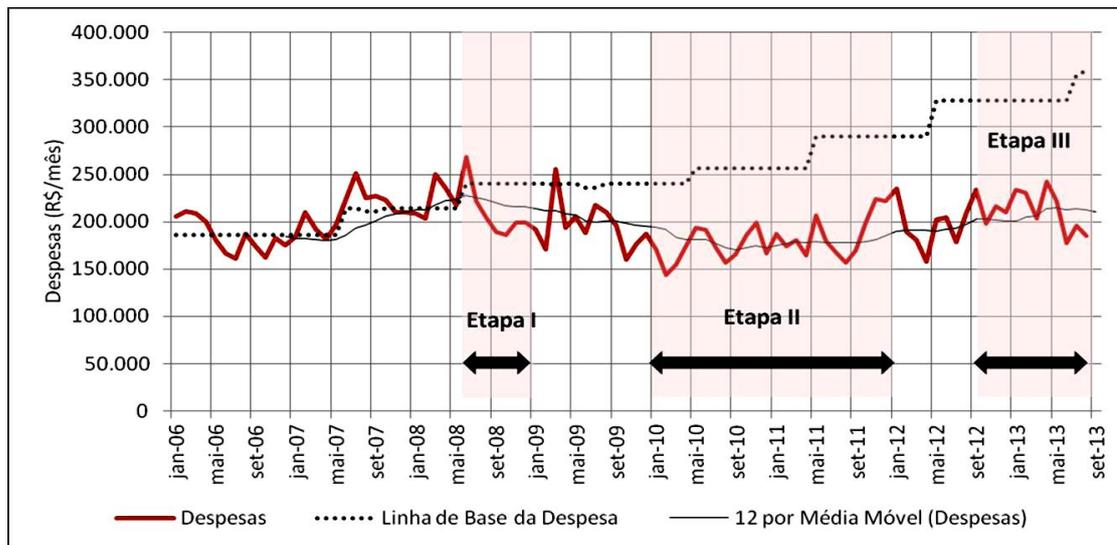
De acordo com Britto e Kiperstok (2013), durante o diagnóstico realizado na Etapa I encontrou-se elevado potencial de redução dos gastos por meio de medidas simples de gestão, controle dos recursos e manutenção preventiva e corretiva das instalações. As figuras 4 e 5 mostram os resultados do programa, indicando a redução significativa do consumo de água em m<sup>3</sup> e em valores pagos ao longo do Programa, mesmo com as elevações de tarifa.

**Figura 4-** Consumo de água (m<sup>3</sup>) das unidades participantes do Programa de 2006 a set/2013.



**Fonte:** Brito e Kiperstok (2013)

**Figura 5-** Consumo de água (R\$) das unidades participantes do Programa de 2006 a set/2013.

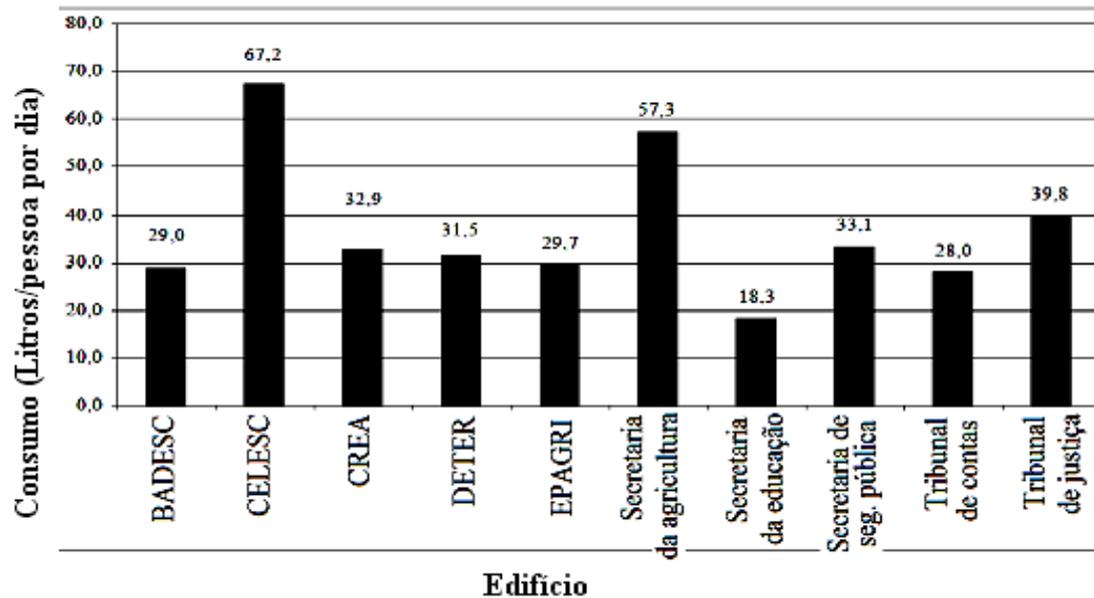


**Fonte:** Britto e Kiperstok (2013)

Os autores reforçam que o reajuste tarifário de junho de 2008 elevou em 12% o valor da tarifa. Em maio de 2010 foi 6%, em maio de 2011 o reajuste tarifário impactou em 11% e em maio de 2012 representou 12%. Se o padrão de consumo identificado antes do início do Programa tivesse se mantido e os aumentos de tarifa fossem aplicados sobre ele, tem-se a economia aproximada de R\$ 4.200.000,00 ao longo do Programa de Racionalização do Consumo de Água realizado pela TECLIM (BRITTO; KIPERSTOK, 2013).

No estado de Santa Catarina, um estudo realizado pelo Laboratório de Eficiência Energética em Edifícios- UFSC apresentou os usos finais de água estimados para 10 edifícios públicos localizados na capital do estado, Florianópolis. A partir de um levantamento de dados de consumo dos dez prédios junto à concessionária local de água, foi estimado o consumo de água para cada dispositivo sanitário. Ao fim, indicou-se a possibilidade de utilização de água pluvial ou reuso de águas cinzas nos edifícios, visto que os pontos de maior consumo de água identificados foram o vaso sanitário e o mictório, que não necessitam, obrigatoriamente, de água potável (KAMMERS; GHISI, 2006).

Além disso, o estudo identificou o consumo diário de água por pessoa nos prédios a partir da verificação do consumo total mensal e adotando-se uma média de 22 dias úteis no mês. A figura 6 apresenta os resultados de consumo *per capita* do estudo.

**Figura 6-** Consumo de água *per capita* nos edifícios analisados

Fonte: Kammers e Ghisi (2006)

Em Minas Gerais, uma pesquisa objetivou o estudo da viabilidade técnica de implantação de um sistema de captação de águas pluviais em uma edificação pública de ensino superior recém-construída no município de Uberlândia. Conforme Salla *et al.* (2013), a viabilidade econômica de implantação deste tipo de sistema está diretamente ligada aos custos envolvidos na construção do reservatório de acumulação. O autor reforça a importância em definir o volume otimizado que irá suprir uma determinada demanda por água da chuva, para determinada região com intensidade e frequência pluviométricas específicas, desencadeou o desenvolvimento de diversos métodos de dimensionamento.

Ainda neste contexto, uma pesquisa avaliou o potencial da economia de água potável pelo uso de água da chuva em 40 cidades da Amazônia. Conforme Lima *et al.* (2011), os resultados da pesquisa indicam que, a depender da demanda de água potável verificada nas 40 cidades, o potencial médio de economia deste recurso foi de 76%. Os autores salientam que, se existisse um programa para promover a economia de água potável através da utilização de água pluvial, haveria uma economia significativa de água potável, contribuindo, desta forma, para a preservação dos recursos hídricos do estado.

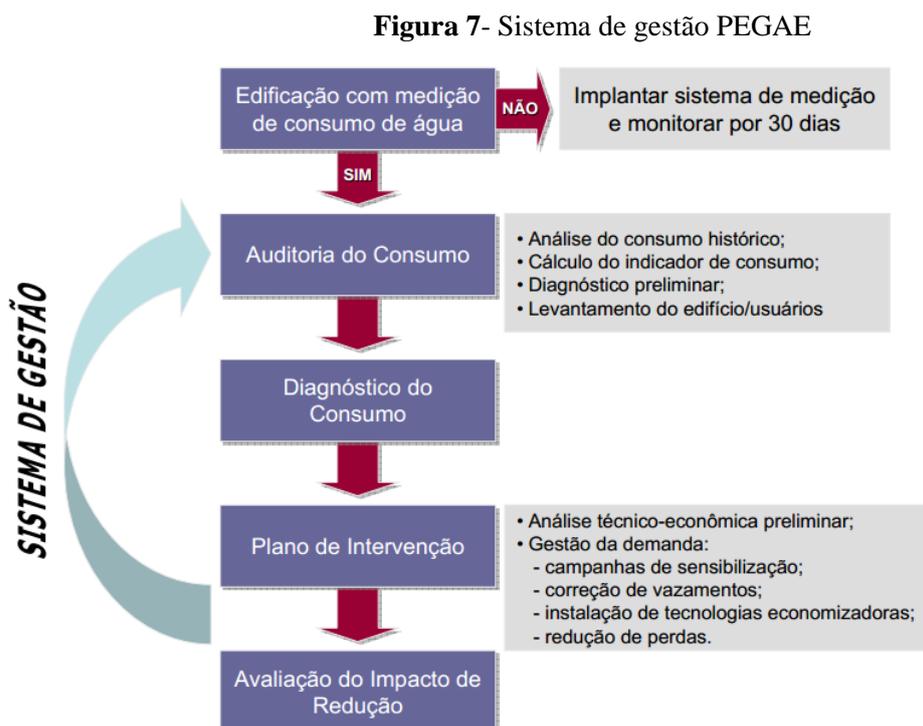
## 3.2 Programas e projetos nacionais

### 3.2.1 PEGAE- Programa Estadual de Gestão de Água e Esgoto em Prédios Públicos

Nota-se que, de fato, muitos estados brasileiros se conscientizaram da necessidade de que se apliquem medidas para conservação e redução do consumo da água nas edificações públicas. Muitos destes possuem programas específicos direcionados para este assunto. No estado de Minas Gerais, a Secretaria de Estado de Planejamento e Gestão criou o Programa Estadual de Gestão de Água e Esgoto em Prédios Públicos (PEGAE), que tem como objetivo gerenciar os gastos e o consumo de água potável nestes prédios por meio de (BRASIL, 2008):

- Monitoramento do consumo de água e da geração de esgoto em edifícios públicos;
- Conscientização e sensibilização dos gerentes, servidores públicos e usuários de prédios públicos quanto ao uso racional da água;
- Qualificação dos procedimentos de manutenção preditiva, preventiva e corretiva de sistemas hidráulicos existentes em edificações públicas;
- Padronização de utilização e compra de equipamentos economizadores de água.

A figura 7 representa um esquema do sistema de gestão do PEGAE.



Fonte: BRASIL (2008)

Uma das medidas incentivadas pelo PEGAE para gerenciamento do consumo e gasto com água e esgoto é a criação da Comissão Interna de Conservação de Água (CICA). A comissão pode ser criada pelo mandatório do respectivo órgão/entidade pública por meio de resolução, portaria ou ordem de serviço. A CICA tem como objetivo implementar, acompanhar e divulgar medidas efetivas de utilização racional de água em determinadas edificações públicas.

A partir do diagnóstico do consumo nas edificações públicas analisadas, o PEGAE propõe um plano de intervenção que se caracteriza pela tomada de decisões e medidas que se proponham a reduzir o consumo de água nestes prédios. Uma cartilha do Governo de Minas Gerais sobre o programa mostra ainda o consumo *per capita* encontrado para diferentes perfis de edificações públicas, conforme mostrado na figura 8.

**Figura 8-** Consumo *per capita* prédios públicos

<b>Natureza do estabelecimento</b>	<b>Consumo</b>	<b>Per Capita/Unidade</b>
Escolas Estaduais do Ensino Fundamental	25	litros/aluno/dia
Escolas Internatos	150	litros/aluno/dia
Escolas semi-internatos	100	litros/aluno/dia
Prédios Públicos	50	litros/servidor/dia
Prédios Hospitalares sem lavanderia	500	litros/leito/dia
Prédios Hospitalares com lavanderia	750	litros/leito/dia
Prédios com alojamentos provisórios sem cozinha e sem lavanderia	120	litros/pessoa/dia
Prédios Públicos/Quartéis/Militares	150	litros/militar/dia
Prédios Penitenciários	200	litros/preso/dia
Restaurantes-prédios públicos	25	litros/refeição/dia
Creches-prédios públicos	50	litros/pessoa/dia

**Fonte:** BRASIL (2008)

### 3.2.2 PEG- Programa de Eficiência do Gasto

O governo federal, com o intuito ainda de eliminar desperdícios e melhorar a gestão dos processos, criou no ano de 2009 o Programa de Eficiência do Gasto (PEG). O PEG propõe um trabalho em parceria com entidades e órgãos da administração pública, visando melhorar a eficiência do gasto público e gerar resultados mais econômicos. Entre as despesas foco do programa encontram-se as referentes à água e esgoto. Nesta perspectiva, são sugeridas boas práticas para a eficiência do gasto, dentre as quais se podem citar:

- Implantação de sistemas de monitoramento do consumo de água a fim de identificar de forma tempestiva a ocorrência de vazamentos em instalações hidráulicas;
- Substituição de torneiras tradicionais por outras que possuam temporizadores, reduzindo o desperdício de água;
- Criar sistemas de captação e aproveitamento de água pluvial, que poderá ser usada em jardins, lavagem de veículos, etc.

O intuito do PEG era manter os trabalhos com os Ministérios que desejassem participar do Programa, bem como disponibilizar essa ferramenta a outros órgãos da Administração Pública. Nesta ocasião, o PEG foi conduzido junto ao Ministério da Educação e, no ano de 2010, contou com a adesão de Universidades e Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia.

Alguns dos objetivos do Programa são:

- Divulgação e estímulo da troca de práticas de gestão bem-sucedidas;
- Capacitação de gestores públicos em metodologia de gerenciamento de despesas;
- Conscientizar os servidores públicos sobre a importância da qualidade do gasto.

Como objetivo geral do Programa de Eficiência do Gasto (coordenado pela Secretaria de Orçamento Federal (SOF/MP)), tem-se melhorar a qualidade do gasto público por intermédio da eliminação do desperdício e da melhoria contínua da gestão dos processos, com a finalidade de otimizar a prestação de bens e serviços aos cidadãos.

### 3.2.3 Projeto Edifícios Públicos Sustentáveis- Senado Federal

O projeto Edifícios Públicos Sustentáveis faz parte do Programa Senado Verde (criado no ano de 2007), que surgiu com o objetivo de aplicar a gestão ambiental nas práticas administrativas do Senado Federal, buscando soluções que aperfeiçoem os recursos e garantam a economia de matérias-primas (BRASIL, 2010).

Um edifício sustentável pode ser caracterizado como aquele capaz de proporcionar benefícios na forma de funcionalidade, conforto, satisfação e qualidade de vida sem comprometer a infraestrutura presente e futura dos insumos, gerando o mínimo possível de impacto no meio ambiente e alcançando o máximo possível de autonomia. Nessa perspectiva, o governo aponta dois passos fundamentais para se implantar os conceitos de construção sustentável em obras públicas: um projeto que contemple os conceitos sustentáveis e de eficiência energética e a correta preparação do edital para a licitação pública da obra (BRASIL, 2010).

Para que o prédio seja configurado de forma a atender os objetivos do Projeto Senado Verde, o governo busca reforçar a importância do projeto inicial da obra. A elaboração de projeto sustentável necessita de uma metodologia cíclica que possibilite a avaliação e reformulação das soluções ao longo de todo o processo, permitindo a interação entre as equipes e fazendo com que todos os profissionais envolvidos participem efetivamente de todas as etapas da obra (BRASIL, 2010). A Figura 9 mostra um esquema representativo da metodologia cíclica na elaboração dos projetos.

**Figura 9-** Metodologia cíclica



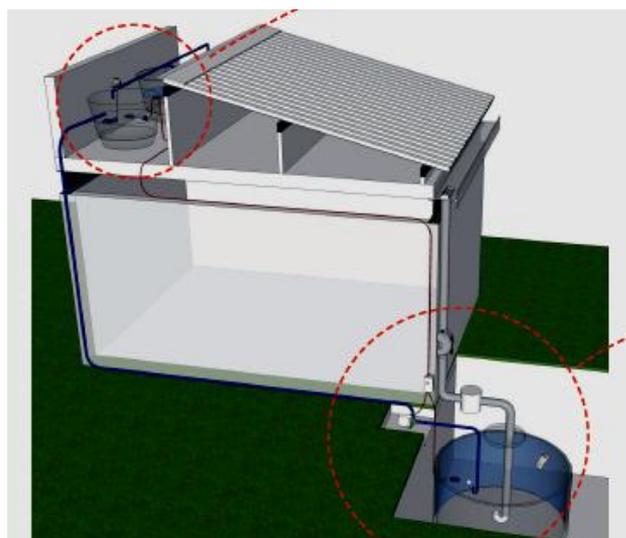
**Fonte:** BRASIL (2010)

No que se refere à sustentabilidade hídrica, os projetos dos edifícios públicos pertencentes ao Programa Senado Verde devem atender aos seguintes requisitos (BRASIL, 2010):

- Utilização de equipamentos economizadores de água: como os vasos sanitários com caixa acoplada, registro com sensor de presença, acionamentos de torneiras temporizados e vasos sanitários a vácuo;
- Reuso de águas cinzas: é recomendado que as águas cinzas tratadas sejam utilizadas prioritariamente na irrigação e na lavagem de pisos e calçadas. Quando o sistema permitir o contato humano com a água de reuso, a mesma deverá ser desinfetada com cloro ou por meio de raios ultravioleta;
- Aproveitamento da água da chuva: as águas da chuva podem ser aproveitadas para os usos não potáveis da edificação. Para tanto, o projeto de instalações hidráulicas deve prever a separação das águas em pelo menos dois reservatórios – um para água potável e outro para água não potável;
- Recargas de Aquíferos: a recarga dos aquíferos é uma das soluções especificadas para a redução dos impactos negativos do excesso de chuvas nas regiões urbanas. A recarga pode ocorrer de duas maneiras principais: bacias de infiltração e valas de infiltração.

A figura 10 representa um esquema simples proposto para aproveitamento da água da chuva.

**Figura 10-** Esquema para SAAP Projeto Edifícios Públicos Sustentáveis



**Fonte:** BRASIL (2010)

Percebe-se, entretanto, que o Projeto do Senado Verde engloba premissas de caráter sustentáveis para prédios públicos ainda em fase de construção, e não aponta medidas efetivas para que as edificações públicas construídas possam de algum modo se enquadrar nesse contexto de sustentabilidade.

No estado de Pernambuco, um exemplo prático de aplicação do Projeto de Edifícios Públicos sustentáveis é o do novo prédio da Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA). A ideia surgiu do desejo por uma construção que abrigasse todas as funções administrativas da empresa, permitindo que os edifícios mantidos no terreno selecionado recebessem usos complementares, com pouca interferência no desenvolvimento das atividades diárias. O novo Prédio da COMPESA deveria ter sido entregue no ano de 2014, mas o atual estágio da obra permite concluir que esta deverá ser entregue em meados de 2016.

As premissas desenvolvidas incorporaram os conceitos de sustentabilidade ao edifício projetado da COMPESA, como orientação adequada, uso de ventilação natural, reuso de água, eficiência energética, flexibilidade estrutural das instalações, fácil manutenção, acessibilidade e prevenção contra poluição decorrente da construção da obra (COMPESA, 2014). O zoneamento adotado preserva o galpão existente, transformando-o em estacionamento coberto, e o edifício principal foi implantado na parte de trás do terreno, com acesso pela via menos movimentada.

Os planos da cobertura do estacionamento serão usados para implantação dos coletores de água quente para os vestiários e cantina (ambos no térreo) e de painéis fotovoltaicos. Os painéis estão dimensionados para gerar energia elétrica suficiente para atender à demanda devida à iluminação noturna de segurança, à bomba para pressurização da rede hidráulica do edifício e aos equipamentos de reciclagem de água e compactação de lixo (COMPESA, 2014).

As águas de chuva coletadas pela cobertura do edifício de escritórios e do bloco da garagem serão reutilizadas, após tratamento, para a rega dos jardins e nos vasos sanitários. Serão instaladas ainda torneiras de vazão reduzida com arejadores nos banheiros de uso público, além de secagem de mão com secadores sensorizados sem resistência elétrica. Para o reuso da água, será utilizado tratamento com biodigestores (COMPESA, 2014).

## **4 METODOLOGIA**

Esta pesquisa tem a proposta de identificar as principais medidas a serem implementadas em prédios públicos administrativos a fim de que haja uma melhor gestão do consumo de água nestas edificações. Para atender a esta proposta, utilizou-se como um dos métodos de pesquisa o Estudo de Caso, realizado para fins deste trabalho no prédio da Secretaria de Infraestrutura do estado de Pernambuco- SEINFRA.

Neste contexto, no ano de 2014 o grupo AQUAPOLI (Grupo de Recursos Hídricos da Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco) junto à Secretaria de Administração do Estado de Pernambuco iniciou um projeto de melhoria e implementação de medidas de gestão do consumo de água em edifícios públicos administrativos da cidade do Recife. A proposta do AQUAPOLI, em parceria com a Gerência Técnica de Energia, Água e Saneamento do Estado (GTEAS), era desenvolver um trabalho voltado ao fomento do uso racional da água nestes edifícios como medida de redução de gastos, adequação às normas técnicas, aperfeiçoamento do desempenho operacional e promoção da sustentabilidade.

A metodologia aplicada na implantação deste projeto (com foco na etapa de estudo de caso em prédio piloto) encontra-se descrita nos tópicos seguintes.

### **4.1 Planejamento e seleção dos edifícios**

A primeira etapa da metodologia consistiu na definição de quais prédios se enquadrariam para uma análise inicial. Para isso, foi realizada, em dezembro de 2014, uma primeira reunião de planejamento com a equipe da GTEAS, na qual a Gerência apresentou ao grupo AQUAPOLI uma lista contendo 30 prédios públicos de perfil administrativo situados na Região Metropolitana do Recife. O Anexo A apresenta a lista das 30 edificações selecionadas pelo GTEAS para realização de visitas.

A partir da definição dos prédios a serem avaliados e, ainda no mês de dezembro de 2014, foi traçado pelo grupo AQUAPOLI um cronograma de visitas a estes edifícios. As visitas foram realizadas nos meses de Janeiro e Fevereiro de 2015 por integrantes do grupo, e tinham o objetivo de coletar dados diversos referentes ao: perfil físico e operacional da edificação; hábitos e gestão do consumo de água; pontos de consumo de água e tipos de equipamentos

disponíveis; entre outros. Os dados coletados compõem a ficha modelo de cadastro da edificação levada para preenchimento em todas as visitas realizadas (Apêndice A). Além disso, foram feitos registros fotográficos das instalações de cada um dos prédios visitados. O registro fotográfico compõe a parte final do cadastro.

Após a formação do cadastro, foram visitados 24 dos 30 edifícios selecionados, e definido um para ser o Prédio Piloto desta pesquisa. Neste edifício, foram implementadas medidas de gestão do consumo de água a fim de se avaliarem os impactos produzidos em termos de redução do consumo de água por meio desta implementação.

#### **4.2 Estudo de caso: prédio piloto**

O prédio da SEINFRA engloba os setores de transportes, recursos hídricos e a Agência Pernambucana de Águas e Clima- APAC. A Lei Nº 15.225 de 2013 dispunha sobre a estrutura e o funcionamento do Poder Executivo do Estado de Pernambuco, e estabelecia as competências da Secretaria de Infraestrutura.

Porém, diante da nova gestão do Governo do Estado em janeiro de 2015, a Lei 15.225 foi revogada, dando lugar à Lei 15.452 de janeiro de 2015, que extingue a Secretaria de Infraestrutura como órgão integrante da estrutura administrativa do Poder Executivo Estadual e distribui suas competências entre duas secretarias: a Secretaria de Transportes e a Secretaria de Desenvolvimento Econômico. À primeira, competem as atribuições relativas à formulação e execução de políticas do Governo relativas às atividades de transportes. À segunda, foram atribuídas as atividades relativas à promoção da gestão integrada, racional e participativa dos recursos hídricos no Estado.

Mesmo com as mudanças provocadas pela nova gestão do Governo Estadual, o prédio piloto da antiga Secretaria de Infraestrutura permaneceu com a mesma estrutura funcional interna. Apesar de o edifício piloto passar a se chamar SETRA- Secretaria de Transportes, a equipe relacionada à área de recursos hídricos (que deveria passar a ocupar o prédio da Secretaria de Desenvolvimento Econômico) e a APAC continuam exercendo suas atividades no prédio. Esta última, a APAC, ocupa parte do edifício desde o mês de abril de 2014.

Deste modo, como o projeto ao qual pertence este trabalho foi iniciado ainda no ano de 2014 (no qual se configurava a antiga estrutura administrativa do Estado), será adotado como nome correspondente ao Prédio Piloto desta dissertação o da Secretaria de Infraestrutura do Estado de Pernambuco- SEINFRA-PE.

#### *4.2.1 Caracterização do Edifício*

A caracterização inicial do edifício piloto foi feita seguindo o mesmo procedimento utilizado para os demais edifícios públicos administrativos visitados (descrito no item 4.1 deste capítulo). A primeira visita de caracterização inicial foi realizada no dia 09 de janeiro de 2015, dia no qual foram feitos os primeiros registros fotográficos das instalações do edifício e preenchimento do cadastro da edificação, conforme apresentado no Apêndice A deste trabalho. O cadastro engloba informações, como: idade da edificação; tipo de manancial disponível (poço ou COMPESA); número de hidrômetros; número de funcionários (fixos e flutuantes); existência de campanhas educativas; etc.

Novas visitas foram realizadas ainda nos meses de janeiro e fevereiro para verificações mais detalhadas do perfil físico do edifício, como averiguação de áreas do terreno, áreas de jardim, condições das instalações, tipos de equipamentos hidráulicos, etc. Foram ainda novamente averiguados e validados os dados coletados na data da visita de caracterização inicial. Deste modo, a partir de várias etapas de confirmação *in loco*, e também por meio de consulta a vários setores, foi possível obter informações mais precisas acerca, por exemplo, do número total de funcionários e manutenção das instalações hidráulicas do prédio.

#### *4.2.2 Coleta de dados: consumo de água*

Antes do início de qualquer tipo de intervenção no edifício, foram obtidos os históricos de consumo de água do prédio referentes aos últimos nove anos junto à Gerência de Hidrometria, setor da Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA). O setor forneceu os históricos de consumo de água da SEINFRA para os anos de 2006 a 2014 e, de posse desses dados, foi possível avaliar a regularidade das leituras mensais ao longo dos anos no edifício.

Em Março de 2015 o grupo AQUAPOLI passou a realizar o monitoramento mensal do consumo de água do prédio da SEINFRA. Como as leituras feitas pela COMPESA são

realizadas sempre por volta dos dias 20 a 25 de cada mês, as leituras feitas pelo AQUAPOLI foram realizadas sempre no último dia útil de cada mês. Possíveis acontecimentos responsáveis por grandes variações mensais do consumo de água também passaram a ser monitorados, como: detecção de vazamentos, transferências de funcionários, interrupções no abastecimento de água, etc.

#### 4.2.3 Cálculo do indicador de consumo per capita

O indicador de consumo *per capita*, que indica a quantidade de litros de água utilizada por dia para cada servidor do prédio piloto, foi calculado para diferentes períodos à medida que houve avanço nas etapas do projeto. Deste modo, fez-se a seguinte divisão para realização dos cálculos:

I. Indicador 1 (Período: 01.05.2014 a 30.04.15):

Neste intervalo não houve nenhum tipo de intervenção no edifício relativa à gestão do consumo de água, e em abril de 2014 o prédio passou a ser também ocupado pela APAC, mantendo tal configuração durante o período de realização da pesquisa. Sendo assim, este indicador foi tomado como referência para o cálculo do impacto de redução do consumo de água da edificação. Durante esses meses o edifício piloto contava com 270 funcionários. No início do mês de maio de 2015, porém, alguns funcionários da antiga Secretaria de Recursos Hídricos foram transferidos para a Secretaria de Desenvolvimento Econômico do Estado, fator que motivou o cálculo de um novo indicador de consumo de água. Deste modo, o indicador 1 atende ao período entre a entrada da APAC e a saída de pequena equipe de Recursos Hídricos, além do fato de corresponder ao intervalo durante o qual o prédio foi escolhido para ser o piloto desta pesquisa.

II. Indicador 2 (Período: 01.05.2015 a 31.07.2015):

Neste período o prédio piloto passou a contar com 264 funcionários, o que gerou a necessidade de se calcular um novo indicador de consumo ajustado à nova população do edifício. Nesses meses foram ainda implementadas as três primeiras medidas de gestão de consumo da água: quadro de monitoramento do consumo de água; campanhas educativas e aplicação de questionários de avaliação da percepção dos usuários de água do edifício. Não houve durante esses meses, entretanto, implementação de medidas físicas para reduzir o consumo de água da edificação.

### III. Indicador 3 (Período: 01.08.2015 à 01.11.2015):

Neste período foram instalados aparelhos adaptados com efeito similar ao de registros reguladores de vazão em todas as torneiras dos banheiros/vestiários do edifício Piloto, configurando-se como implementação de medida física de racionalização do consumo de água que motivou o cálculo de um novo indicador. Além disso, foram reforçadas as campanhas educativas de conscientização dos usuários do edifício e realizadas as medições do volume de água de reuso de ar condicionado.

O cálculo dos três tipos de indicadores, para posterior avaliação do impacto de redução do consumo, foi realizado por meio da Equação 1 (OLIVEIRA; GONÇALVES, 1999).

$$IC = C / (N \times D) \quad (1)$$

Onde:

IC: Indicador de consumo de água *per capita* diário (litros/pessoa.dia);

C: Média do consumo total de água do período (litros);

N: Total de funcionários para o período analisado (pessoa);

D: Número de dias úteis no mês (dia)

A média do consumo total de água (C) referente aos diferentes períodos dos 3 indicadores calculados foi obtida a partir dos históricos de consumo de água fornecidos pela COMPESA, e conferidas por meio das leituras mensais realizadas para verificação no hidrômetro do edifício. A população (N) do prédio variou ao longo dos meses de implantação do projeto, conforme citado anteriormente neste item. Deste modo, o número total de funcionários passou a ser monitorado mensalmente a fim de serem registradas quaisquer alterações do número total que pudessem refletir no cálculo dos indicadores. Estes dados foram fornecidos, sempre que solicitados, pelo Gestor de Apoio Administrativo da SETRA. Para o Indicador 1 a população total foi de 270 funcionários; para o Indicador 2 e 3 foram 264 funcionários.

Após o cálculo dos 3 indicadores, será avaliado o impacto de redução do consumo por meio da aplicação da Equação 2 (OLIVEIRA; GONÇALVES, 1999):

$$IR = [(IC1 - ICDP) / IC1] * 100 \quad (2)$$

Onde:

IR: Impacto percentual de redução do consumo de água por agente consumidor;

IC1: Indicador 1, anterior à aplicação de medidas de gestão do consumo;

ICDP: Indicador de consumo após aplicação de medidas de gestão do consumo.

Serão avaliados dois impactos, sendo um adotando-se  $ICDP = IC2$  e o outro adotando-se  $ICDP = IC3$ .

#### *4.2.4 Avaliação da percepção dos usuários*

A pesquisa de opinião teve o intuito de caracterizar o perfil do usuário de água do prédio piloto e, para tal, foram aplicados questionários aos funcionários do edifício. O questionário aplicado foi elaborado de modo a atender a critérios metodológicos, e abordou questões fechadas relacionadas ao uso racional da água e a hábitos dos usuários acerca do uso de torneiras, descargas e chuveiros presentes na edificação. O modelo do questionário aplicado é apresentado no Apêndice B, e foi com base na metodologia proposta por Ywashima (2005).

### **4.3 Implementação de medidas de gestão do consumo de água**

Devido à limitação de recursos, intensificada pelo Plano de Contingenciamento de Gastos-PCG do Governo Estadual de Pernambuco no ano de 2015, foram priorizadas, para efetiva implementação, as medidas de redução de consumo da água que exigiam baixo investimento financeiro. Paralelamente a implementação das medidas apresentadas, foram realizadas as seguintes simulações:

- Simulação do reuso de água de ar condicionado para fins não potáveis;
- Simulação de instalação de equipamentos economizadores (Caixas acopladas com mecanismo Dual Flux) e análise da viabilidade econômica de substituição;
- Dimensionamento de sistema de captação de águas pluviais para fins não potáveis.

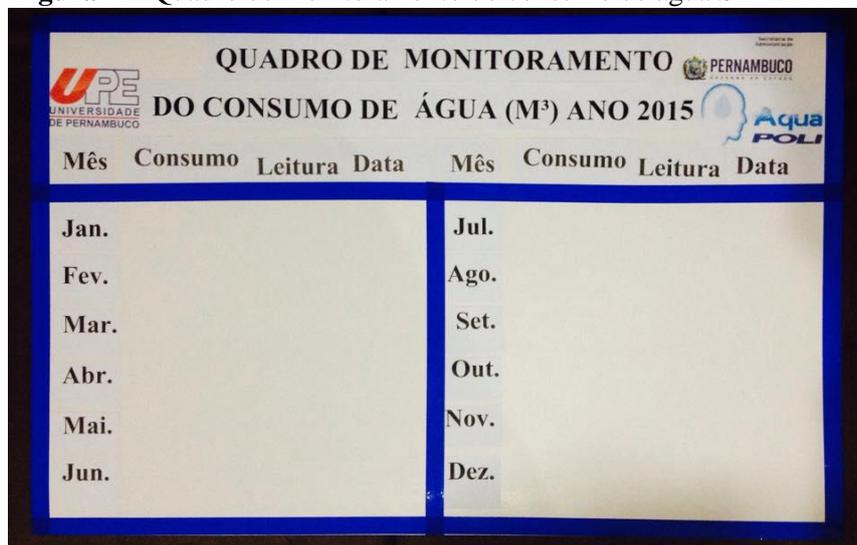
#### *4.3.1 Monitoramento do consumo de água*

O monitoramento do consumo de água representa uma etapa fundamental e importante medida de gestão. A fim de serem priorizadas as ações de redução do consumo, foi preciso conhecer e monitorar o consumo de água do edifício piloto. Desta maneira, foi instalado no

edifício um quadro de monitoramento do consumo de água. O quadro foi preenchido mensalmente pela pesquisadora utilizando sempre os valores das leituras do hidrômetro do prédio do último dia útil de cada mês.

Apesar da instalação do quadro de monitoramento ter ocorrido apenas em 30 de abril de 2015, o monitoramento do consumo de água do prédio piloto foi iniciado ainda no mês de março. O acompanhamento mensal dos históricos de consumo junto à COMPESA ocorreu simultaneamente a esta etapa. A figura 11 mostra o quadro de monitoramento do consumo de água implementado no edifício da SEINFRA.

**Figura 11-** Quadro de monitoramento do consumo de água SEINFRA 2015



QUADRO DE MONITORAMENTO DO CONSUMO DE ÁGUA (M <sup>3</sup> ) ANO 2015			
Mês	Consumo	Leitura	Data
Jan.			
Fev.			
Mar.			
Abr.			
Mai.			
Jun.			
Jul.			
Ago.			
Set.			
Out.			
Nov.			
Dez.			

**Fonte:** A autora

#### 4.3.2 Campanhas de sensibilização

Esta medida buscou dar maior visibilidade ao projeto no prédio piloto e promover maior engajamento dos funcionários na temática da conservação de água.

As primeiras campanhas foram realizadas no dia 01 de junho de 2015, através da exposição de cartazes e adesivos junto a pontos de consumo de água dos banheiros e copas. Foram fixados 10 cartazes em tamanho A3 nos 10 banheiros do edifício. Estes cartazes chamavam a atenção dos usuários para evitar o desperdício de água. Juntamente aos cartazes, foram também expostos nos banheiros adesivos com proposta semelhante, com foco no uso racional da água.

Os adesivos foram fixados também junto às torneiras das copas do prédio da SEINFRA. As figuras 12 e 13 mostram exemplos das campanhas iniciais de sensibilização.

**Figura 12-** Adesivos fixados banheiros masculinos



**Fonte:** A autora

**Figura 13-** Cartaz formato A3



**Fonte:** A autora

A campanha inicial de sensibilização foi realizada com material gráfico de divulgação elaborado pelo grupo AQUAPOLI. Todavia, no mesmo período foram reforçadas as campanhas internas com a exposição de adesivos desenvolvidos pela própria Secretaria.

A segunda medida no que se refere a campanhas de sensibilização dos usuários foi a realização de uma palestra com temática de conservação e uso racional da água em prédios públicos. A palestra foi destinada exclusivamente a funcionários da SEINFRA juntamente com o apoio da SAD.

A palestra teve como proposta reforçar a conscientização dos funcionários do edifício e ampliar a divulgação do projeto, bem como apresentar resultados parciais e etapas futuras a serem desenvolvidas.

#### *4.3.3 Simulação de instalação de equipamentos economizadores e cálculo da viabilidade econômica*

Foram realizadas duas simulações de substituição de equipamentos convencionais por equipamentos economizadores de água e avaliadas suas respectivas viabilidades econômicas de implementação:

a) Simulação de instalação de reguladores de vazão nas torneiras dos banheiros:

Para esta simulação, foram medidas as vazões das 14 torneiras pertencentes aos banheiros e vestiários do edifício piloto. A medição foi feita com a utilização de um recipiente com volume de 0,4 L e cronometragem do tempo de enchimento deste recipiente. As vazões em L/s foram encontradas a partir da divisão do respectivo volume preenchido pelo tempo total de enchimento.

Tais medições foram realizadas em outras duas ocasiões e em horários distintos, e os valores médios dos resultados obtidos serão apresentados no capítulo seguinte desta pesquisa.

De posse dos valores de vazão média das torneiras dos banheiros e das médias de frequência e tempo de uso da água- obtidas através dos questionários de percepção dos usuários- foi realizado o cálculo do consumo médio mensal de água, para essas torneiras, nas condições normais de funcionamento; chamado de  $Ct_1$ .

Em seguida, foram simulados percentuais de redução de vazão das 14 torneiras para o caso de serem instalados reguladores de vazão em todas elas. Para as do térreo adotou-se uma redução média de 70%. Para o 1º e 2º pavimento, foram adotadas reduções médias, respectivamente, de 60% e 40%. A aplicação dos percentuais médios de redução visou reduzir as vazões para valores coerentes de uso, e levaram em conta os valores médios de vazão das torneiras em cada pavimento.

Deste modo, após aplicação dos respectivos percentuais de redução, foram obtidos novos valores de vazões para cada torneira e um novo valor de vazão média das torneiras dos banheiros. Com este novo valor de vazão reduzida, e utilizando a mesma frequência e

tempo de uso, foi estimado o consumo médio mensal de água, para essas torneiras, simulando-se a instalação dos registros reguladores de vazão; chamado de  $Ct_2$ .

O cálculo dos consumos médios mensais do dispositivo ( $Ct_1$  e  $Ct_2$ ), para as duas situações apresentadas, foi realizado por meio da equação 3 - equação adaptada com base em cálculos similares realizados por Kammers e Ghisi (2006).

$$Ct = V \cdot M_f \cdot M_t \cdot N \cdot 22 \quad (3)$$

Onde:

$Ct$ : Consumo médio mensal torneiras bwc/vestiários (l);

$V$ : Vazão média do dispositivo (l/s);

$M_f$ : Média da frequência de uso por pessoa (vezes);

$M_t$ : Média do tempo de uso por pessoa (s);

$N$ : População total do edifício;

22: Dias úteis mês

Para análise da viabilidade econômica de instalação dos registros reguladores de vazão, inicialmente foi levantado o valor total do investimento a ser realizado, que consistiu apenas no valor total de compra dos 14 reguladores, visto que não haveria gastos com as instalações. Em seguida, foram simulados os gastos com água para as duas situações descritas, com base na estrutura tarifária do ano de 2015 da COMPESA.

Desta maneira, foi avaliado o impacto em termos de redução média do valor da fatura de água da edificação após a implantação dos reguladores de vazão. Por meio desta redução e com base no investimento total, foi calculado o tempo médio de retorno do investimento à medida que os custos mensais com água reduziram ao longo dos meses após a adoção dos dispositivos nas torneiras analisadas.

b) Simulação de substituição de caixas acopladas convencionais por de mecanismo dual fux:

Para esta simulação, procedeu-se de maneira semelhante à anterior. De início, foram calculadas as vazões médias por acionamento de 8 das 10 caixas acopladas presentes nos banheiros femininos da SEINFRA, o que corresponde a 80% deste total. A simulação foi

realizada apenas para a população feminina, visto que nos banheiros masculinos há uso predominante de mictórios. As vazões foram obtidas por meio de uso de hidrômetro e cálculo dos volumes médios antes e após os acionamentos. Os resultados obtidos serão apresentados no capítulo 5 desta pesquisa.

De posse dos volumes médios gastos por acionamento das caixas acopladas, realizou-se o cálculo do consumo médio mensal deste dispositivo-  $C_{c1}$ - utilizando-se a equação 4.

$$C_c = V \cdot M_f \cdot N \cdot 22 \quad (4)$$

Onde:

$C_c$ = Consumo médio mensal caixa acoplada (l);

V: Volume de água gasto a cada uso do dispositivo (l);

$M_f$ : Média da frequência de uso por pessoa (vezes);

N: População feminina

22: Dias úteis mês

Em seguida, foi calculado, conforme equação 4, um novo consumo médio mensal-  $C_{c2}$ - simulando-se uma substituição dos 8 equipamentos por caixas acopladas com mecanismo dual flux. Este mecanismo contribui significativamente para redução do consumo de água nos vasos sanitários, possuindo acionamento duplo; sendo um de 3 litros para dejetos líquidos e o outro de 6 litros para dejetos sólidos.

Para cálculo do consumo médio mensal  $C_{c2}$  em caixas do tipo dual flux, adotou-se um volume médio de água gasto por acionamento de 4,5 litros, que representa a média entre os dois volumes disponíveis para este modelo. O valor adotado da média da frequência de uso e da população foi o mesmo para o cálculo dos dois consumos  $C_{c1}$  e  $C_{c2}$ , e obtidos com base nos questionários de avaliação da percepção dos usuários de água do edifício.

O cálculo da viabilidade econômica de substituição foi realizado de maneira análoga ao descrito no item a. Foi feito um levantamento do custo de compra das 10 caixas acopladas com mecanismo dual flux para substituição nos banheiros femininos, o que representa o valor total de investimento. Em seguida, foram estimados os gastos com água para este equipamento nas duas situações: antes da substituição com consumo médio mensal  $C_{c1}$ , e após a substituição com consumo médio mensal  $C_{c2}$ . A estimativa da amortização do

investimento foi feita com base no investimento total de substituição e valor médio mensal de redução de custos com água após a adoção das caixas dual flux.

O tempo de retorno foi calculado para duas hipóteses: a primeira considerando apenas a compra de 10 caixas para os banheiros femininos e a segunda considerando a compra de 21 caixas acopladas, que corresponde ao número total de dispositivos do edifício.

#### *4.3.4 Reuso de água de ar condicionado*

Esta medida consistiu na realização de um estudo simplificado relativo ao potencial de reuso para fins não potáveis da água produzida pelos aparelhos de ar condicionado do edifício. O intuito é que os resultados possam ser aproveitados para uma futura pesquisa mais aprofundada no assunto dentro do prédio piloto e nas demais edificações públicas administrativas com características semelhantes. A metodologia adotada para esta etapa contemplou as seguintes fases:

a) Estimativa do consumo de demandas hídricas não potáveis do edifício

Nesta primeira etapa foram avaliadas as atividades passíveis de serem realizadas no prédio piloto que poderiam ser atendidas pela água de reuso produzida pelos aparelhos de ar condicionado, como por exemplo, a rega do jardim externo da edificação.

b) Quantificação dos aparelhos de ar condicionado e identificação de equipamentos potenciais para monitoramento da água de reuso

Foi contabilizado o número total de aparelhos de ar condicionado existentes no edifício e levantadas informações a respeito do tempo médio de funcionamento dos aparelhos por dia. Após a quantificação dos aparelhos, foram identificados e selecionados 3 pontos de melhor acesso nos quais observou-se elevado potencial diário de produção de água. Os aparelhos relativos aos 3 pontos foram especificados, sendo identificados o tempo médio de funcionamento diário e suas potências.

c) Monitoramento da água de reuso dos equipamentos selecionados

Foi realizado um monitoramento diário dos 3 aparelhos selecionados a fim de se avaliar a quantidade de água produzida pelos equipamentos. Para tal, foram instalados conduítes plásticos na saída dos drenos dos aparelhos escolhidos para conduzir a água até garrações

com capacidade de 20 litros. A frequência de medição foi diária com duração total de 5 dias.

d) Análise dos dados coletados e viabilidade da utilização da água de reuso

Ao fim do período de monitoramento, foi calculado o volume médio de água produzido, por aparelho, por dia e por hora de funcionamento para os 3 equipamentos escolhidos. Em seguida, de posse desses dados, calculou-se o volume médio de água produzida em um mês pelos 3 aparelhos, verificando-se, através de comparação de valores, as possibilidades de atendimento às demandas não potáveis estimadas. Ainda nesta etapa, foi possível a realização de algumas análises físico-químicas recomendadas pela Portaria do Ministério da Saúde Nº 2914 de 12/12/2011 (Padrões de potabilidade da água). As análises foram realizadas no laboratório de química da Escola Politécnica de Pernambuco a partir de uma amostra de 2,5 litros da água produzida pelos aparelhos de ar condicionado.

#### *4.3.5 Dimensionamento de reservatório para sistema de aproveitamento de águas pluviais para fins não potáveis*

O reservatório costuma ser o componente mais dispendioso de um SAAP, por isso seu dimensionamento deve ser realizado com cautela a fim de que seja viável a implantação do sistema. Para dimensionar corretamente este tipo de reservatório, é de fundamental importância o conhecimento das seguintes variáveis: área de captação em  $m^2$ , precipitação de chuva local em mm e a demanda de água não potável em  $m^3$ .

Para determinação do volume do reservatório de armazenamento de água de chuva para o edifício piloto, foi utilizado o Método da Simulação, recomendado pela NBR 15.527/2007. Este método é baseado na determinação de um percentual de consumo a ser atendido pela água da chuva em função de um reservatório de armazenamento desta água com volume previamente definido. O Método foi escolhido, entre os demais apresentados pela NBR 15.527/2007, por apresentar uma metodologia mais consistente em relação aos demais.

Duas hipóteses, apontadas pela NBR 15.527/2007, foram consideradas para realização do dimensionamento através deste método: o reservatório estar cheio no início da contagem do tempo “t”; dados históricos representativos para as condições futuras. Para esta pesquisa, o reservatório foi considerado inicialmente vazio, supondo a situação de um reservatório recém-

construído. O dimensionamento por meio do Método da Simulação foi realizado com base na aplicação das seguintes equações:

$$S(t) = Q(t) + S_{(t-1)} - D(t)$$

$$Q(t) = C \times \text{precipitação da chuva}(t) \times \text{área de captação.}$$

$$\text{Sendo que: } 0 \leq S_{(t)} \leq V$$

Onde:

$S_{(t)}$  = volume de água no reservatório no tempo  $t$  ( $m^3$ );

$S_{(t-1)}$  = volume de água no reservatório no tempo  $t - 1$  ( $m^3$ );

$Q_{(t)}$  = volume de chuva no tempo  $t$  ( $m^3$ );

$D_{(t)}$  = consumo ou demanda no tempo  $t$  ( $m^3$ );

$V$  = volume do reservatório fixado ( $m^3$ );

$C$  = coeficiente de escoamento superficial.

Desta maneira, o dimensionamento é iniciado através do cálculo do volume de água de chuva no tempo  $t$  e cálculo do volume de água de chuva no reservatório no tempo  $t$ , sendo esta aplicação realizada para cada mês do ano. O volume  $V$  de reservatório, fixado inicialmente, deverá atender à condição de  $0 \leq S_{(t)} \leq V$  para todos os meses do ano; caso contrário deverá ser fixado um outro volume  $V$  de reservatório até que se atenda a condição citada para os 12 meses do ano. É importante fazer algumas considerações a respeito dos dados utilizados nas equações colocadas acima:

- $C$ - coeficiente de escoamento superficial ou *runoff*: representa a relação entre o volume total escoado e o volume total precipitado, tendo valor variável de acordo com a superfície de captação;
- Demanda ou consumo: representa a média a ser utilizada para fins não potáveis em um determinado tempo (anual, mensal ou diário);
- Área de captação: corresponde a área, em metros quadrados, projetada na horizontal da superfície onde a água será captada. Para o dimensionamento de reservatórios de acumulação de água pluvial, usa-se sempre a projeção horizontal da área.

## 5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

### 5.1 Características do edifício piloto

Inaugurado em novembro do ano de 1973, o prédio da Secretaria de Infraestrutura do Estado de Pernambuco se encontra localizado na Avenida Cruz Cabugá, número 1111, no bairro de Santo Amaro, Recife. O edifício foi concebido em um único bloco configurado em térreo mais dois pavimentos, e conta ainda com dois espaços anexos ao bloco principal apenas no térreo. O bloco, que possui área total aproximada de 3672 m<sup>2</sup>, está inserido em um terreno com área de 7494 m<sup>2</sup>; o terreno contempla ainda uma área verde com aproximadamente 750 m<sup>2</sup>. Ainda na área externa, encontram-se dispostas vagas de estacionamento para visitantes e funcionários.

A edificação é própria, pertencente ao Governo do Estado de Pernambuco, e tem funcionamento de segunda à sexta com expediente das 08:00 às 18 horas. O bloco possui 42 salas, 3 copas- sendo duas no térreo e uma no primeiro andar na APAC; 11 banheiros- sendo 5 masculinos, 5 femininos e um do gabinete do secretário; e 2 vestiários, 1 masculino e 1 feminino, ambos localizados no térreo. O abastecimento de água do prédio é realizado pela COMPESA e não há presença de poços no terreno. A frequência do abastecimento é diária e o ramal predial tem início no hidrômetro, utilizado para realização das leituras de consumo de água do edifício. Quanto aos reservatórios, o prédio da SEINFRA conta com dois reservatórios, sendo um superior e um inferior, ambos com capacidade aproximada de 20 m<sup>3</sup>.

As instalações hidráulicas do prédio encontram-se em bom estado de conservação, não havendo episódios significativos de vazamentos durante o período de realização da pesquisa, fato que pode ser justificado pela realização de manutenção preventiva nas instalações. O responsável pela manutenção hidráulica do prédio realiza vistorias semanais nas instalações e está presente diariamente no edifício. Deste modo, eventuais vazamentos podem ser corrigidos com brevidade, evitando-se grandes desperdícios de água na edificação.

Foram identificados 55 pontos de consumo de água distribuídos entre torneiras, mictórios, caixas acopladas de descargas e chuveiros. No caso dos mictórios, entretanto, todos tiveram seus sistemas de descarga desativados devido a frequentes vazamentos ocorridos nestes equipamentos. A medida foi adotada em período anterior ao início do projeto no edifício

piloto e, em contrapartida, para substituir o uso das descargas, a equipe de limpeza do prédio passou a despejar, ao fim do dia ou duas vezes ao dia se necessário, baldes de água nos mictórios mais utilizados. O quadro 1 mostra a distribuição dos pontos de consumo da edificação.

**Quadro 1-** Distribuição pontos de consumo de água

	Banheiros	Vasos c. caixa acoplada	Torneiras	Chuveiros	Mictórios
Pavimento	Quantidade	Quantidade	Quantidade	Quantidade	Quantidade
Térreo	2	4	10	4	2
1º Pavimento	5	9	6	0	4
2º Pavimento	4	8	4	0	4
<b>Total</b>	<b>11</b>	<b>21</b>	<b>20</b>	<b>4</b>	<b>10</b>

**Fonte:** A autora

Do total das torneiras apresentadas no Quadro 1, 12 estão localizadas nos banheiros e 2 nos vestiários. As demais estão distribuídas em 3 torneiras na área externa do edifício e as 3 restantes nas copas, sendo uma torneira em cada copa.

No que se refere a esses equipamentos hidráulicos, observou-se que não existe uma completa padronização acerca das marcas utilizadas. Para as torneiras dos banheiros, há predominância da marca Docol, sendo utilizado o modelo Docolbrilho com bitola de meia polegada. As torneiras dos vestiários, porém, são da marca Kelly metais; e nas copas utilizam-se metais sanitários da marca Bognar. Quanto às caixas acopladas, não foi possível identificar as marcas dos equipamentos, no entanto, pôde-se constatar a ausência de padronização dos modelos através de medições das dimensões das 21 caixas do edifício. Os mictórios, todavia, apresentaram uniformidade de marca, sendo todos da marca Celite. Quanto aos chuveiros do edifício, os 4 são em PVC sem indicação de fabricante.

A variedade de marcas dos equipamentos hidráulicos pode ser justificada pela idade da edificação, que passou por diversas reformas ao longo dos mais de 40 anos de funcionamento. Todavia, não foram realizadas reformas significativas nas instalações do edifício nos últimos dois anos.

As figuras 14, 15, e 16 mostram algumas características do edifício piloto.

**Figura 14-** Terreno SEINFRA

Fonte: Google Earth (2015)

**Figura 15-** Prédio piloto

Fonte: A autora

**Figura 16-** Caixa de abrigo hidrômetro

Fonte: A autora

## 5.2 Consumo de água

Conforme informado anteriormente nesta pesquisa, o consumo de água do prédio piloto foi avaliado com base em um monitoramento mensal, realizado através de leituras no hidrômetro do edifício e por meio da análise dos históricos de consumo fornecidos pela COMPESA. Para cálculo dos 3 indicadores de consumo de água, foram utilizados os dados das séries históricas disponibilizadas pela Gerência de Hidrometria da Companhia.

Os históricos fornecidos foram analisados e observou-se que nos meses de Maio/2007, Março/2011 e Julho/2013 houve substituição do hidrômetro do prédio piloto. Após a adoção de um novo hidrômetro em março de 2011 notou-se ainda que, desta data em diante, houve maior regularidade nas leituras mensais e coerência entre os valores lidos mensalmente e respectivos volumes consumidos.

Durante este período, apenas quatro leituras deixaram de ser feitas por parte da COMPESA: todas referentes ao mês de dezembro dos anos de 2011, 2012, 2013 e 2014. Tal regularidade não foi observada nos anos anteriores a 2011.

### *5.2.1 Indicadores de consumo per capita*

- Indicador 1

No quadro 2 são apresentados os dados históricos de consumo utilizados para cálculo do indicador 1 (Período: maio de 2014 a abril de 2015). Os consumos mensais utilizados correspondem aos fornecidos pela Gerência de Hidrometria da COMPESA, a fim de haver uniformidade no cálculo dos indicadores. Esta opção foi adotada visto que as leituras realizadas pelo grupo AQUAPOLI foram feitas em datas diferentes as da COMPESA, o que ocasionou em valores mensais de consumo semelhantes, porém diferentes.

Para a série de consumo de água utilizada no cálculo do indicador 1 não foram identificados *outliers*. Um *outlier* consiste em um valor atípico dentro de determinada série, apresentando grande afastamento em relação aos demais valores da série analisada. Para esta verificação, foi calculada a média aritmética do consumo de água para o período compreendido pelo indicador analisado e o seu respectivo desvio padrão.

Desta maneira, e por meio do cálculo do desvio padrão, verificou-se que os valores utilizados para cálculo da média de consumo do indicador estavam todos dentro do intervalo de confiança. O resultado final obtido do indicador 1 é mostrado também no quadro 2.

**Quadro 2-** Indicador de consumo 1 em Litros/ funcionário.dia

<b>Indicador 1 (IC1)</b>				
Mês	Consumo (m <sup>3</sup> )	Dados utilizados		
mai/14	172	População (N)	Dias mês	N x 22
jun/14	190	270	22	5940
jul/14	134	Média consumo (L/mês)	Indicador IC1 (Litros/func.dia)	
ago/14	143			
set/14	130	157916,7	<b>26,6</b>	
out/14	162			
nov/14	147			
dez/14	147			
jan/15	176			
fev/15	157			
mar/15	186			
abr/15	151			
Média (m <sup>3</sup> /mês)	<b>157,9</b>			

**Fonte:** A autora

Os consumos utilizados para cálculo do indicador 1 correspondem ao período de maio de 2014 a abril de 2015, sendo a média mensal obtida para este período de 157,9 m<sup>3</sup>. Para cálculo da média, foi verificado o intervalo de confiança da série apresentada, não sendo encontrados *outliers*.

Percebe-se que o valor final de indicador calculado, para uma população de 270 funcionários e considerando-se 22 dias úteis por mês, foi de 26,6 Litros de água para cada funcionário por dia de trabalho. Apesar de estar de acordo com os valores de referência apontados pela literatura, que indica consumo *per capita* de 50 L/funcionário.dia para prédios públicos (BRASIL, 2008), observou-se elevado potencial de melhora no indicador 1 (26,6 litros/funcionário.dia) a partir da implementação das medidas de gestão de consumo de água citadas neste trabalho.

- Indicador 2

O cálculo do indicador 2 (Período: maio de 2015 a julho de 2015) foi motivado pela redução do número de funcionários em maio de 2015.

Além disso, durante este período foram implementadas as primeiras medidas de gestão do consumo da água no edifício da SEINFRA. Em 30.04.2015 foi instalado o quadro de monitoramento de consumo de água no hall do prédio piloto, e na primeira semana do mês de maio os funcionários puderam observar no quadro os primeiros volumes consumidos no ano de 2015. Ainda no mês de maio foi feita uma pesquisa de vazamentos na edificação, realizada junto a funcionário responsável pela manutenção das instalações hidráulicas.

Em 01.06.2015 foram realizadas as primeiras campanhas de sensibilização dos usuários por meio da fixação de cartazes e adesivos junto aos pontos de consumo de água. Ainda neste mês, nos dias 29 e 30, foram aplicados os questionários de avaliação da percepção dos usuários a 125 funcionários do edifício piloto.

Nota-se, deste modo, que ao longo dos 3 meses utilizados para cálculo do indicador 2 houve as primeiras divulgações acerca do projeto de gestão de consumo de água no prédio piloto. Desta maneira, muitos funcionários passaram a ter conhecimento sobre o projeto e a replicar os conceitos de conservação de água aos demais. Sendo assim, a aplicação das primeiras medidas de gestão do consumo indica ter contribuído com a redução do indicador de consumo *per capita* da SEINFRA, como pode ser observado no quadro 3.

**Quadro 3-** Indicador de consumo 2 em Litros/ funcionário.dia

<b>Indicador 2 (IC2)</b>				
Mês	Consumo (m <sup>3</sup> )	Dados utilizados		
mai/15	156	População (N)	Dias mês	N x 22
jun/15	111	264	22	5808
jul/15	115	Média consumo	Indicador IC2	
Média (m <sup>3</sup> /mês)	<b>127,3</b>	(L/mês)	(Litros/func.dia)	
		127333,3	<b>21,9</b>	

**Fonte:** A autora

Observa-se no quadro 3 que o indicador 2 calculado foi de 21,9 litros de água por funcionário por dia de trabalho, o que representa uma redução percentual média de 18% quando comparado ao indicador 1 (26,6 litros/func.dia). O impacto real de redução conforme metodologia de cálculo descrita no capítulo 4 desta pesquisa será apresentado no tópico 5.2.2.

- Indicador 3

O indicador 3 (Período: agosto de 2015 a novembro de 2015) foi calculado devido à implementação de medida física de gestão do consumo da água no prédio piloto. Neste período, no mês de agosto, foram instalados aparelhos adaptados com efeito similar ao de registros reguladores de vazão nas torneiras dos banheiros da SEINFRA. No mês de setembro estes aparelhos foram instalados ainda nas torneiras das copas do edifício.

A proposta inicial da pesquisa era de se instalar registros reguladores de vazão de ½” nestes equipamentos. Todavia, devido ao Plano de Contingenciamento de Gastos do Governo de Pernambuco em 2015, os funcionários responsáveis pelo acompanhamento do projeto na SEINFRA optaram por utilizar o aparelho adaptado, que possui custo cerca de 88% menor que o registro regulador de vazão.

O aparelho, que é uma peça componente de roldanas de cadeiras de escritório, atua como um redutor da seção útil da canalização de entrada das torneiras, o que provoca uma redução na vazão de saída do equipamento. Nas torneiras do 2º pavimento do edifício, todavia, que já possuíam vazão reduzida, não foram instalados os aparelhos. As figuras 17 e 18 mostram o aparelho adaptado e o registro regulador de vazão.

**Figura 17-** Aparelho adaptado para reduzir vazão



**Fonte:** A autora

**Figura 18-** Registro regulador de vazão de ½”



**Fonte:** DOCOL (2015)

Ainda no período de cálculo do indicador 3, além da medida física de racionalização do consumo, foram implementadas outras medidas educativas de intensificação sobre conservação de água no prédio piloto.

No dia 26 de agosto foi realizada a palestra sobre conservação e uso racional da água em prédios públicos, destinada a funcionários da SEINFRA. No mês de setembro foram reforçadas as campanhas educativas internas de sensibilização dos usuários através da exposição de novos cartazes nos elevadores e pontos principais de acesso. No mês de outubro de 2015 foram feitas as medições referentes ao estudo simplificado de reuso de água de ar condicionado no edifício. Por fim, em novembro de 2015 foram divulgados os resultados da pesquisa referentes a simulações, indicadores e dimensionamento de reservatório de SAAP.

Além das medidas citadas, cabe ressaltar uma importante mudança realizada por parte da Secretaria de Infraestrutura a fim de se adequar ao Plano de Contingenciamento de Gastos e reduzir custos internos. A partir do mês de setembro de 2015, cerca de 50 funcionários do setor de transportes passaram a trabalhar todos os dias até às 13 horas. A alteração do horário de expediente possibilitou uma diminuição do consumo médio diário, impactando em uma redução do indicador de consumo *per capita* do edifício conforme apresentado no quadro 4.

**Quadro 4-** Indicador de consumo 3 em Litros/ funcionário.dia

<b>Indicador 3 (IC3)</b>				
Mês	Consumo (m <sup>3</sup> )	Dados utilizados		
ago/15	133	População (N)	Dias mês	N x 22
set/15	89	264	22	5808
out/15	84	Média consumo (L/mês)	Indicador IC3 (Litros/func.dia)	
nov/15	117			
Média (m <sup>3</sup> /mês)	<b>105,8</b>	105750	<b>18,2</b>	

**Fonte:** A autora

De acordo com o quadro 4 é possível notar que a partir do mês de setembro, devido à redução do horário de expediente associada à implementação de medida física de racionalização do consumo de água, houve significativa redução do consumo médio mensal. Tal redução repercutiu diretamente no valor calculado do indicador 3, que apontou uma redução de 8,4 Litros/func.dia quando comparado ao indicador 1. Nota-se que no mês de novembro houve novo aumento do consumo global em relação aos dois meses anteriores. Tal fato pode ser justificado pelo número acima da média de eventos no edifício neste mês, envolvendo a presença constante de público flutuante na edificação.

De posse dos valores calculados referentes aos 3 indicadores de consumo *per capita* do prédio piloto pôde-se comparar os valores encontrados com os demais indicadores de edifícios públicos da RMR e do estado de Santa Catarina. O quadro 5 mostra a comparação com indicadores do ano de 2014 de prédios da RMR, conforme trabalho de Silva (2015).

**Quadro 5-** Comparação com Indicadores de consumo de 2014- prédios públicos da RMR

<b>Edifício</b>	<b>População</b>	<b>Indicador de consumo <i>per capita</i> (L/pessoa.dia)</b>
POLÍCIA CIVIL	30	34,85
SECTEC	80	43,18
CONDEPE	125	25,45
SCGE	200	35
COPERGÁS	262	39,21
SEINFRA IC2	264	21,9
SEINFRA IC3	264	18,2
SEINFRA IC1	270	26,6
ATI	300	64,09
SAD	700	30,71
IPA	1301	51,53
SES	2265	9,51

**Fonte:** Adaptado de Silva (2015)

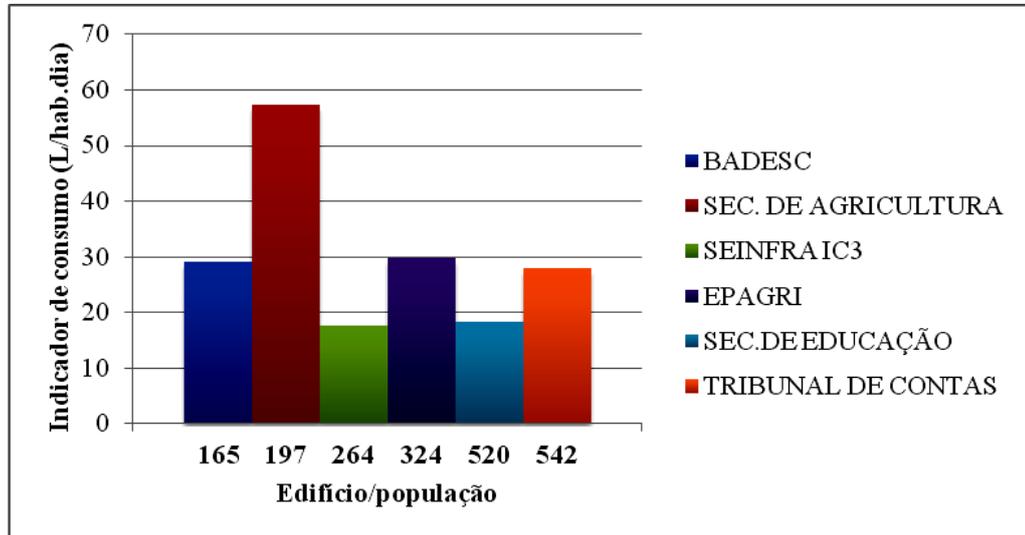
Conforme quadro 5 observa-se que há uma grande variação dos indicadores *per capita* dos prédios públicos da RMR de acordo com o número de funcionários. Entretanto, sugere-se que para um estudo mais aprofundado em termos de comparação de indicadores, seria importante uma análise detalhada de cada edificação- como a análise realizada para o edifício piloto. Deste modo, poderia se caracterizar, de forma mais abrangente, o perfil físico do edifício e o padrão de consumo dos usuários.

A figura 19 mostra o indicador 3 do prédio piloto comparado a consumos *per capita* de 5 edifícios públicos do estado de Santa Catarina conforme trabalho realizado Kammers e Ghisi (2006). Abaixo são listados os edifícios comparados:

- BADESC (Agência de Fomento do Estado de Santa Catarina)
- SECRETADIA DE AGRICULTURA
- EPAGRI (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina)

- SECRETARIA DE EDUCAÇÃO
- TRIBUNAL DE CONTAS

**Figura 19-** Comparação com Indicadores de consumo- prédios públicos de Santa Catarina



**Fonte:** A autora

Os consumos *per capita* dos edifícios públicos de Santa Catarina, utilizados para comparação e apontados na figura 19, foram calculados com base em um período histórico de 10 anos, obtidos junto à CASAN (Companhia de Abastecimento de Água de Santa Catarina).

Pode-se observar na figura 19 que os dois edifícios com população mais próxima a do prédio piloto (Secretaria de Agricultura e EPAGRI) possuem indicadores bastante diferentes, o que reforça a necessidade de análises mais detalhadas para fins de comparações mais precisas entre os indicadores.

### 5.2.2 Impactos de redução do consumo

Conforme descrito no item 4.2.3 desta pesquisa, foram calculados dois impactos de redução de consumo, ambos tomando como base o indicador 1. O indicador de consumo 1 foi tomado como base pois corresponde a um período no qual não foram aplicadas quaisquer medidas de gestão de consumo de água no prédio piloto.

O primeiro impacto de redução (IR1) foi calculado comparando o indicador 1 base com o indicador 2; o segundo impacto de redução (IR2) comparou o indicador 1 com o indicador

final 3. O quadro 6 apresenta os resultados do cálculo dos impactos de redução do consumo de água.

**Quadro 6-** Impactos de redução do consumo de água (IR) prédio piloto

<b>Impacto de redução do consumo- IR</b>		
Indicador 1- IC1 (Litros/func.dia)	Indicador 2- IC2 (Litros/func.dia)	IR1
26,6	21,9	<b>17,5%</b>
Indicador 1- IC1 (Litros/func.dia)	Indicador 3- IC3 (Litros/func.dia)	IR2
26,6	18,2	<b>31,5%</b>

**Fonte:** A autora

Percebe-se, de acordo com o quadro 6, que a aplicação de medidas de gestão do consumo da água no edifício piloto contribuiu para reduções significativas nos indicadores de consumo *per capita* deste prédio.

O impacto de redução 1 (IR1) devido à aplicação das primeiras medidas de racionalização referentes ao indicador 2 (quadro de monitoramento, campanhas iniciais de sensibilização, questionários de percepção dos usuários, etc.) foi de 17,5%. A redução média foi de menos 4,7 litros de água consumidos por dia para cada funcionário.

Com relação ao impacto de redução 2 (IR2), referente à aplicação de medida física de racionalização do consumo da água (aparelhos para regular vazão das torneiras), redução do expediente e intensificação das campanhas de sensibilização, o percentual calculado foi de 31,5%.

### **5.3 Avaliação da percepção dos usuários**

Nos dias 29.06.2015 e 30.06.2015, uma equipe de 3 alunos do AQUAPOLI compareceu ao prédio da SEINFRA para aplicação de questionários de percepção dos usuários de água. Os questionários foram aplicados exclusivamente aos funcionários/servidores do prédio, não contemplando o público flutuante eventualmente presente no edifício. Foram preenchidos 125 questionários, sendo 70 respondidos por homens e 55 por mulheres. No período de aplicação dos questionários, o prédio contava com 264 funcionários distribuídos da seguinte forma:

- SETRA: 100 servidores- sendo 68 Homens e 32 Mulheres;
- APAC: 110 servidores- sendo 63 Homens e 47 Mulheres;
- RECURSOS HÍDRICOS: 45 servidores- sendo 28 Homens e 17 Mulheres;
- TERCEIRIZADOS LIMPEZA: 9 funcionários- sendo 4 Homens e 5 Mulheres.
- TOTAL: 163 Homens e 101 Mulheres

Deste modo, 47% do total de funcionários do edifício piloto responderam ao questionário proposto. O quadro 7 apresenta um resumo do número de questionários aplicados por setor e gênero.

**Quadro 7-** Resumo da aplicação de questionários por setor e gênero

	Quest. Aplicados Homens	Quest. Aplicados Mulheres	Total Aplicado	% Aplicação Homens	% Aplicação Mulheres	% Total de aplicação no setor
APAC	30	19	49	48%	40%	45%
SETRA	27	29	56	40%	91%	56%
RECURSOS HÍDRICOS	10	2	12	36%	12%	27%
TERCEIRIZADOS	3	5	8	75%	100%	89%
						<b>47%</b>

**Fonte:** A autora

Percebe-se, de acordo com o quadro 7, que o menor percentual de aplicação de questionários ocorreu entre os funcionários de Recursos Hídricos. O baixo número pode ser justificado pelo fato de que, durante os dois dias de aplicação, houve evento externo dedicado principalmente aos funcionários deste setor. Deste modo, muitos funcionários encontravam-se ausentes ou de saída, e não puderam responder aos questionários.

Ainda de acordo com o quadro 7, é possível notar que houve maior percentual de aplicação de questionários para as mulheres, sendo aplicados 55 questionários de um total de 101 funcionárias, o que corresponde a 54% das mulheres que trabalham no edifício piloto. Entre os homens, foram aplicados 70 questionários de um total de 163, o que equivale a um percentual de 43% de aplicação para este gênero.

O quadro 8 apresenta um resumo dos resultados percentuais, por gênero, da percepção dos 125 funcionários participantes da pesquisa em relação ao uso e conservação da água.

**Quadro 8-** Percentuais da percepção dos 125 funcionários em relação a diversos aspectos de uso e conservação de água.

Pergunta do questionário	Homens	Mulheres
<b>Acionamento médio da descarga em um dia de trabalho</b>		
1 vez	x	2%
2 vezes	x	24%
3 vezes	x	36%
4 vezes	x	18%
5 vezes ou mais	x	20%
<b>Uso torneiras banheiros em um dia de trabalho</b>		
1 vez	9%	0%
2 vezes	21%	2%
3 vezes	23%	20%
4 vezes	17%	25%
5 vezes ou mais	30%	53%
<b>Tempo médio de uso torneiras wc em segundos</b>		
Menor que 5 seg	9%	15%
Entre 5- 10 seg	46%	53%
Entre 10- 15 seg	26%	13%
Entre 15- 20 seg	13%	11%
Mais que 20 seg	7%	9%
<b>Já viu alguma prática de desperdício de água no edifício?</b>		
Sim	39%	36%
Não	61%	64%
<b>Postura adotada diante de um vazamento de água</b>		
Não faz nada, pois há um funcionário para isso	24%	9%
Comunica à direção ou chama responsável	76%	91%
<b>De 1 a 10, quanto considera se preocupar em conservar a água do edifício?</b>		
Nota média calculada:	7,9	8,5
<b>Por que considera importante a conservação da água?</b>		
Redução de custos, apenas	4%	2%
Meio ambiente	24%	36%
Redução de custos e preocupação ambiental	71%	62%
<b>Qual das medidas julga a mais importante para redução de água no prédio?</b>		
Substituição de equipamentos por economizadores	23%	45%
Intensificar conscientização dos funcionários	63%	40%
Melhorar a manutenção das instalações hidráulicas	11%	13%
Não acredita que sejam necessárias tais medidas	3%	2%

**Fonte:** A autora

De acordo com o quadro 8, é possível notar que não foram calculados dados referentes ao uso das descargas por parte dos homens. Tal fato pode ser justificado pelo uso predominante dos mictórios para este gênero, o que torna o número de acionamentos médios de descarga por dia

bastante baixo para os homens, visto que os mictórios do prédio possuem suas descargas desativadas, conforme explicado no item 5.1 desta pesquisa. Apesar da presença de vasos sanitários nos banheiros masculinos, o uso deste equipamento por parte da população masculina mostrou-se extremamente baixo e, os que alegaram utilizar o equipamento, informaram não utilizá-lo mais que uma vez ao dia.

Deste modo, a simulação de substituição das caixas acopladas, apresentada nos próximos itens, utilizou a população feminina e seu respectivo valor médio de uso para estimativa de consumo deste equipamento. Os resultados da aplicação dos questionários apontaram um acionamento médio diário de 3,6 vezes por parte da população feminina do edifício.

Quanto ao uso das torneiras dos banheiros, observa-se ainda, de acordo com o quadro 8, que a maior parte dos homens (53%) utiliza as torneiras de 1 a 3 vezes ao dia, enquanto que, para as mulheres, o uso diário predominante é entre quatro, cinco ou mais vezes, correspondendo a 78% das respostas das entrevistadas. Os resultados dos questionários apontaram um uso médio diário deste equipamento de 3,7 vezes por dia de trabalho para os homens. Já para as mulheres, o uso médio encontrado foi de 5,1 vezes.

No que se refere ao tempo médio de utilização das torneiras dos banheiros, nota-se que, mais de 50%, para ambos os gêneros, afirmou utilizar o equipamento por menos de 10 segundos em cada uso. Este valor corresponde aproximadamente ao tempo médio de regulagem de torneiras com fechamento automático, por exemplo, que possuem tempo médio de fechamento entre 4 a 10 segundos. O valor médio final calculado, todavia, aponta um uso médio de 12,4 segundos para as mulheres e 13,2 segundos para os homens.

Em relação à observação de práticas de desperdício de água no edifício, 61% (Homens) e 64% (Mulheres) responderam que nunca observaram este tipo de prática na edificação. Os demais afirmaram ter presenciado atitudes de desperdício com pouca frequência, e em 90% dos casos positivos, os desperdícios foram observados durante o uso das torneiras dos banheiros, sendo apontado o esquecimento como principal motivo desta prática.

Quanto à atitude frente a vazamentos e equipamentos quebrados, 91% das mulheres reponderam que comunicariam a um responsável, enquanto que entre os homens o percentual foi de 76%. O resultado indica maior preocupação por parte das mulheres para uma solução

rápida de problemas desta natureza. Para a pergunta autoavaliativa relativa à preocupação em conservar a água do edifício piloto, os homens julgaram se preocupar com esta prática com uma nota média de 7,9. Para as mulheres, a média da autoavaliação foi de 8,5. Observa-se que as notas obtidas mostram-se coerentes com relação ao resultado anterior, no qual a população feminina mostra-se mais preocupada com atitudes de desperdício de água no prédio, por exemplo.

No que se refere às medidas para redução do consumo de água a serem aplicadas na edificação, percebe-se de acordo com o quadro 8 diferentes medidas prioritárias sugeridas entre os gêneros. Para 63% dos homens, a medida mais importante e que consideram de aplicação imediata para contribuir com a redução do consumo de água é a de intensificar a conscientização dos funcionários quanto às práticas de economia de água através de palestras, campanhas, etc.

Muitos complementaram suas respostas ao citar que não adiantaria realizar, como primeira medida, a substituição dos equipamentos por economizadores se os usuários não souberem utilizá-los de forma consciente. Uma postura diferente pode ser percebida entre as mulheres, que adotariam como medida inicial, em sua maioria, a substituição dos equipamentos convencionais por equipamentos economizadores de água.

Apesar da existência de chuveiros na edificação, apenas 3% dos entrevistados afirmou utilizar os equipamentos. A frequência média obtida foi de pelo menos 3 vezes na semana e uma vez ao dia. O percentual corresponde apenas a um total de 8 funcionários, sendo 7 destes terceirizados da equipe responsável pela limpeza do prédio. Quanto ao tempo de uso do equipamento, todos afirmaram utilizar o equipamento por menos de 5 minutos. Os questionários não contemplaram perguntas referentes ao uso das torneiras das copas do edifício. São ao todo 3 torneiras para estas instalações, o que corresponde a 15% do número total de torneiras do edifício. Foram observados ainda cartazes e adesivos de sensibilização juntos a esses 3 pontos de consumo e, como sugestão de implementação futura, sugere-se um monitoramento específico do consumo destas torneiras a fim de compará-lo com os das demais torneiras presentes nas demais instalações do edifício.

## 5.4 Simulação de instalação de equipamentos economizadores e viabilidade econômica

### 5.4.1 Torneiras dos banheiros

O quadro 9 apresenta os valores das vazões médias das 14 torneiras dos banheiros do prédio piloto em condições normais de funcionamento (vazão inicial) e após simulação de instalação de regulador de vazão com os respectivos percentuais de redução conforme explicado no item 4.3.3 deste trabalho.

**Quadro 9-** Vazões médias torneiras em L/s e L/min

	Torneira	Vazão inicial (L/s)	Vazão inicial (L/min)	Vazão reduzida (L/min)	
Térreo	1	0,196	11,76	3,443	
	2	0,197	11,84	3,465	
	3	0,188	11,25	3,292	
	4	0,174	10,47	3,062	
	5	0,226	13,55	3,965	
1º Andar	6	0,125	7,50	3,000	
	7	0,153	9,18	3,673	
	8	0,167	10,00	4,000	
	9	0,174	10,47	4,186	
	10	0,158	9,47	3,789	
2º Andar	11	0,097	5,81	3,484	
	12	0,086	5,14	3,086	
	13	0,084	5,06	3,034	% de redução aplicado
	14	0,096	5,77	3,462	70%
		Vazão Média (L/min)	<b>9,09</b>	<b>3,496</b>	60%
	Vazão Média (L/s)	<b>0,152</b>	<b>0,058</b>	40%	

**Fonte:** A autora

Para o cálculo das vazões médias finais nas duas condições, verificou-se que todos os valores das duas séries (inicial e reduzida) encontravam-se dentro do intervalo de confiança, não sendo necessária a eliminação de *outliers* para posterior cálculo de nova média.

O quadro 10 mostra o cálculo dos consumos médios mensais do dispositivo ( $C_{t1}$  e  $C_{t2}$ ) para as duas situações apresentadas, tomando-se como base os valores médios de frequência de uso obtidos a partir da aplicação dos questionários de percepção dos usuários

**Quadro 10-** Consumos médios mensais torneiras  $Ct_1$  e  $Ct_2$ 

População		Mf (vezes/dia)	Mt (tempo seg)	$Ct_1$ (litros)	$Ct_2$ (litros)
Homens	163	3,7	13,2	26535,3	10204,3
Mulheres	101	5,1	12,4	21289,9	8187,18
Consumo médio mensal $Ct$ (Litros)				<b>47825,2</b>	<b>18391,5</b>
Consumo médio mensal $Ct$ (m <sup>3</sup> )				<b>47,83</b>	<b>18,39</b>

**Fonte:** A autora

Percebe-se de acordo com o quadro 10 que o volume médio gasto por mês no edifício nas torneiras dos banheiros, sem a utilização de reguladores de vazão, é de 47.825,2 litros de água, correspondente ao valor  $Ct_1$ .

Simulando-se os devidos ajustes e reduções de vazões por pavimento por meio da implementação de registros reguladores, estima-se um novo consumo médio mensal de água para este dispositivo  $Ct_2$  de 18.391,5 litros de água. O novo valor de consumo  $Ct_2$  calculado para este equipamento apresenta uma redução aproximada de 61% em relação ao consumo inicial  $Ct_1$ .

O cálculo apresentado no quadro 10 utilizou os dados mostrados no quadro 9. Para o cálculo do  $Ct_1$  utilizou-se a vazão inicial média de 0,152 L/s; Já para o cálculo do  $Ct_2$ , foi utilizada a vazão média reduzida de 0,058 L/s. Para ambos os casos adotou-se 22 dias úteis no mês. As frequências  $M_f$  (média da frequência de uso por pessoa- vezes por dia) e  $M_t$  (média do tempo de uso por pessoa em seg) foram obtidas através dos dados coletados por meio da aplicação dos questionários de percepção dos usuários.

De posse dos resultados calculados e mostrados nos quadros 9 e 10, foi realizada uma análise da viabilidade econômica de instalação dos registros reguladores de vazão em todas as 14 torneiras dos banheiros do edifício piloto. Os cálculos foram realizados utilizando a estrutura tarifária da COMPESA do ano de 2015 seguindo a metodologia de cálculo descrita no item 4.4.3.

No quadro 11 são apresentados os resultados quanto à viabilidade econômica de implementação dos reguladores, bem como o tempo de retorno previsto do investimento a ser realizado através desta implementação.

**Quadro 11-** Viabilidade econômica de implementação de reguladores de vazão torneiras bwc

Tarifa Compesa		Valor da fatura para Ct1		Valor total fatura água mais esgoto	
Categoria: Edificação Pública		Consumo (m <sup>3</sup> )	Valor água (R\$)		
Consumo m <sup>3</sup> /mês	Valor cobrado	47,83	R\$ 322,45	Consumo	Valor (R\$)
Até 10 m <sup>3</sup> / mês	R\$ 47,84 fixa	Valor da fatura para Ct2		Ct <sub>1</sub>	<b>R\$ 644,90</b>
Mais de 10 m <sup>3</sup>	R\$ 7,26 por m <sup>3</sup>	18,39	R\$ 108,76	Ct <sub>2</sub>	<b>R\$ 217,52</b>
Cálculo do tempo de retorno do investimento					
Aquisição	Valor un.	Quant.	Investimento	Economia média/ mês	Tempo médio de retorno do investimento (meses)
Regulador de vazão 1/2"	R\$ 30,80	14	R\$ 431,20	R\$ 427,38	<b>1,009</b>

**Fonte:** A autora

É possível notar, conforme o quadro 11, uma diminuição aproximada de 66% no valor da nova fatura total Ct<sub>2</sub>. Deste modo, considerando o investimento inicial realizado com a compra de 14 reguladores de vazão da marca Docol (valor unitário médio R\$ 30,80), foi possível estimar o tempo médio de retorno do investimento de R\$ 431,20. Considerando uma economia média mensal no valor total da fatura de R\$ 427,38, obtida pela diferença entre as duas faturas totais de Ct<sub>1</sub> e Ct<sub>2</sub>, o tempo médio de retorno calculado para o investimento inicial considerado foi de aproximadamente 1 mês.

#### 5.4.2 Caixas acopladas

São apresentados no quadro 12, os volumes médios gastos por acionamento das 8 caixas acopladas dos banheiros femininos do prédio da SEINFRA .

**Quadro 12-** Vazões médias das caixas acopladas banheiros femininos

Pavimento	Caixa	Vazão (L/acionamento)
Térreo	1	9,33
	2	7,13
1º Andar	3	9,64
	4	9,20
2º Andar	5	9,20
	6	9,20
	7	8,76
	8	7,01
<b>Vazão média do dispositivo L/ac.</b>		<b>8,68</b>

**Fonte:** A autora

De posse do volume médio total gasto por acionamento do dispositivo- 8,68 Litros- foi calculado o consumo médio mensal deste dispositivo,  $Cc_1$ , com base na média da frequência de uso por mulher ( $M_f= 3,6$  vezes) e na população feminina total do edifício ( $N= 101$ ). Utilizando-se os mesmos valores de frequência e população, foi calculado, em seguida, o consumo médio mensal  $Cc_2$  deste equipamento supondo nova vazão média de 4,5 Litros/acionamento mediante a substituição das caixas existentes por modelo Dual flux.

Os resultados são mostrados abaixo, sendo considerados para os cálculos 22 dias úteis/mês.

- $Cc_1= 8,68 \times 3,6 \times 101 \times 22$
- $Cc_1= 69.443,6$  Litros de água por mês gastos com Caixa acoplada convencional.
  
- $Cc_2= 4,5 \times 3,6 \times 101 \times 22$
- $Cc_2= 35.996,4$  Litros de água por mês gastos com Caixa acoplada dual flux.

Os consumos médios mensais calculados mostram um percentual médio de 48% de redução do consumo de água por mês no edifício caso fossem substituídas as 10 caixas acopladas presentes nos banheiros femininos por modelos com mecanismo dual flux. Tal redução, porém, pode ser ainda maior no caso de prevalecerem os acionamentos de 3 litros das caixas com tal mecanismo.

Deste modo, através do cálculo de uma média ponderada na qual os acionamentos de 3 litros fossem predominantes, poderia haver uma vazão para o cálculo de  $Cc_2$  com valor menor que 4,5 L, o que implicaria um consumo médio mensal final ainda menor que o calculado. Para tanto, seria necessário intensificar a conscientização dos funcionários a respeito do uso adequado do equipamento, de modo a se utilizar o botão correto de acionamento para o volume proposto (3 ou 6 Litros).

O quadro 13 mostra a análise da viabilidade econômica de substituição das 10 caixas acopladas dos banheiros femininos, bem como o tempo médio de retorno do investimento, calculado para duas situações distintas: a primeira considerando apenas a compra de 10 equipamentos e a segunda considerando a compra de 21 caixas acopladas.

Para as duas hipóteses foram consideradas apenas a economia média mensal calculada com base no uso deste dispositivo pela população feminina, visto que foi constatado um uso bastante baixo deste equipamento por parte da população masculina do prédio. A estrutura tarifária utilizada para os cálculos dos quadros 11 e 13 encontra-se no Anexo B deste trabalho.

**Quadro 13-** Viabilidade econômica de implementação de caixas acopladas dual flux

Tarifa Compesa		Valor da fatura para Cc1		Valor total fatura água + esgoto	
Categoria: Edificação Pública		Consumo (m <sup>3</sup> )	Valor água	Consumo	Valor (R\$)
Consumo (m <sup>3</sup> )	Valor cobrado (R\$)	69,44	R\$ 479,40	Consumo	Valor (R\$)
Até 10 m <sup>3</sup> / mês	R\$ 47,84 fixa	Valor da fatura para Cc2		69,44	<b>R\$ 958,80</b>
Mais de 10 m <sup>3</sup>	R\$ 7,26 por 1 m <sup>3</sup>	36,00	R\$ 236,57	36,00	<b>R\$ 473,15</b>
<b>Cálculo do tempo de retorno do investimento apenas para 10 caixas bwc feminino</b>					
Aquisição	Valor unid.	Quantid.	Investimento	Economia média/ mês	Tempo médio de retorno do investimento (meses)
Caixa acoplada dual flux	R\$ 169,90	10	R\$ 1.699,00	R\$ 485,65	<b>3,50</b>
<b>Cálculo do tempo de retorno do investimento para o total de 21 caixas presentes no edifício</b>					
Aquisição	Valor unid.	Quantid.	Investimento	Economia média/ mês	Tempo médio de retorno do investimento (meses)
Caixa acoplada dual flux	R\$ 169,90	21	R\$ 3.567,90	R\$ 485,65	<b>7,35</b>

**Fonte:** A autora

Observa-se no quadro 13 que a redução do valor médio da fatura de água a ser paga, para o consumo equivalente deste dispositivo, reduz aproximadamente 51% ao se considerar sua substituição por um modelo com mecanismo dual flux. Esta redução percentual equivale a um valor médio mensal de economia de R\$ 485,65.

Quanto ao cálculo do tempo de retorno do investimento, o valor total a ser investido contemplou apenas o valor referente à compra dos equipamentos, visto que o edifício possui equipe capacitada para realizar as substituições, o que não acrescentaria em gastos com mão de obra. Também não foram considerados eventuais materiais necessários à substituição. O valor médio unitário usado corresponde ao encontrado para o modelo dual flux da linha Eco branco da marca Celite. O valor foi utilizado com base em pesquisas nos locais de vendas destes equipamentos na cidade do Recife, podendo ser encontrados modelos com valores superiores ou inferiores ao utilizado para cálculo.

Considerando-se a aquisição de 10 caixas acopladas para substituição apenas nos banheiros femininos do prédio, o tempo estimado de retorno calculado, para as condições descritas, foi de 3 meses e meio. É importante ressaltar que se trata de um valor simulado que pode variar

para mais ou para menos a depender do valor unitário do dispositivo adquirido e eventuais reajustes tarifários ou mudanças bruscas no padrão de consumo de água do edifício por parte dos usuários do sexo feminino. Supondo o mesmo valor médio mensal economizado, o tempo de retorno previsto calculado para um investimento que corresponde a aquisição de 21 caixas acopladas com mecanismo dual flux foi de 7 meses e 10 dias.

### **5.5 Reuso de água de ar condicionado**

Antes de serem iniciadas as medições da água de reuso dos aparelhos de ar condicionado foi realizada uma estimativa do consumo das demandas hídricas não potáveis do edifício que poderiam ser atendidas com esta água. A principal demanda não potável identificada foi a rega do jardim do prédio. O edifício piloto possui uma área verde média de 750 m<sup>2</sup>. Devido à economia com água e a outros fatores, a rega desta área passou a não ser realizada ainda no ano de 2014, dependendo apenas da chuva para manutenção.

Uma outra demanda não potável que poderia ser considerada, seria a da água utilizada para descarga nas caixas acopladas dos vasos sanitários do prédio. Todavia, trata-se de uma opção que apresenta custos relativamente altos para implementação, dada a necessidade de obras e adequações nas instalações hidráulicas/hidrossanitárias do edifício.

Deste modo, a melhor opção identificada para uso da água drenada pelos aparelhos de ar condicionado foi para fins de rega do jardim do edifício.

Considerando um consumo médio de 2 litros de água por m<sup>2</sup> de área verde (TOMAZ, 2003), foi calculado o volume médio gasto de água para uma rega do jardim da SEINFRA.

- Área de rega: 750 m<sup>2</sup>
- Volume médio consumido por rega: 1500 litros de água (não potável)

Após a estimativa de demanda não potável foram iniciadas as medições. A quantificação do volume de água drenado pelos 3 aparelhos de ar condicionado selecionados ocorreu entre os dias 05 e 09 de outubro de 2015. As medições contemplaram sempre 7 horas de uso dos equipamentos (das 08:00 hrs às 16:00 hrs retirando uma hora de almoço). As figuras 20 e 21 mostram o esquema da coleta de água de ar condicionado no prédio da SEINFRA.

**Figura 20-** Conexão com o dreno do ar condicionado

**Fonte:** A autora

**Figura 21-** Medição do nível d'água

**Fonte:** A autora

Os 3 aparelhos selecionados possuem potência de 10.000 BTU's. O quadro 14 apresenta os dados das vazões coletadas para os 3 aparelhos durante os 5 dias de medição.

**Quadro 14-** Vazões de água drenada dos aparelhos de ar condicionado

	Vazão recipiente 1 (Litros/hora)	Vazão recipiente 2 (Litros/hora)	Vazão recipiente 3 (Litros/hora)
Dia 1	1,41	0,84	1,50
Dia 2	1,14	0,97	1,45
Dia 3	1,45	0,79	1,41
Dia 4	1,10	0,70	1,54
Dia 5	1,23	0,79	1,41
<b>Vazão média Litros/hora</b>	1,27	0,82	1,46
<b>Vazão média por aparelho:</b>		<b>1,18 Litros/hora</b>	

**Fonte:** A autora

De acordo com o quadro 14 pode-se observar que os 3 aparelhos utilizados para medição apresentaram valores médios de vazão entre 0,7 e 1,54 litros/hora. A vazão média estimada, por aparelho, foi de 1,18 litros de água por hora de funcionamento. Após cálculo da vazão média de água drenada por aparelho de ar condicionado, foi feita uma estimativa de um volume médio mensal de água produzido considerando 70 aparelhos de ar condicionado presentes no edifício. O prédio da SEINFRA conta com 80 equipamentos condicionadores de ar, entretanto, foram considerados apenas 70 aparelhos para execução dos cálculos, tendo em vista as dificuldades de acesso para aproveitamento da água drenada por 10 aparelhos. Como alguns aparelhos trabalham 6 horas/dia e outros funcionam por 8 horas/dia, utilizou-se, para

fins de cálculo, um número médio de 7 horas diárias de funcionamento por aparelho. Foram considerados ainda 22 dias úteis/ mês para esta estimativa.

- Vazão média por aparelho: 1,18 litros/hora. Considerando 7 horas de funcionamento/dia; 70 aparelhos e 22 dias úteis/mês.
- Volume médio mensal de água drenada pelos condicionadores de ar:  
 $1,18 \times 7 \times 70 \times 22 = 12749,3$  litros/mês.

Sendo assim, a quantidade estimada de água produzida pelos aparelhos de ar condicionado do prédio piloto foi de 12749,3 litros/mês. O volume médio gasto para uma rega do jardim foi da ordem de 1500 litros/rega, conforme mostrado no quadro 15.

**Quadro 15-** Tempo médio de atendimento à demanda não potável com água de reuso (dias/mês)

Volume estimado de água drenada pelos condicionadores de ar (litros/mês)	
12749,3	
Volume médio gasto por rega do jardim (litros/rega)	
1500	
Número estimado de dias de atendimento à demanda não potável com água de reuso dos ar condicionados ( dias/mês)	<b>8,5</b>

**Fonte:** A autora

Percebe-se, de acordo com o quadro 15, que considerando o aproveitamento da água drenada por 70 aparelhos seria possível executar, em média, 8,5 regas de jardim/mês utilizando esta água. Sendo assim, observa-se que o valor encontrado não conseguiria suprir a necessidade do jardim para realização de regas diárias. Entretanto, a área verde do edifício poderia ser regada em média 2 vezes por semana, durante o mês, utilizando apenas esta água. É importante ressaltar, todavia, que para um estudo mais aprofundado e específico referente a este assunto, deveriam ser considerados aspectos importantes para fins de cálculo, como:

- Produção de água drenada em função da variação da umidade relativa do ar:  
 Poderiam ser realizadas simulações da produção da água por um determinado aparelho para umidade relativa do ar a 100% e para demais percentuais. Deste modo poderia se chegar a valores mais precisos em função do local (cidade/estado) de realização do estudo.

- Produção de água drenada em função das condições dos filtros de ar condicionado: Poderia ser avaliada a produção de água por um aparelho simulando-se diferentes condições do filtro e considerando a mesma umidade relativa do ar para as diferentes situações. Desta maneira poderiam ser verificadas as reais influências das condições de limpeza e funcionamento dos filtros no volume médio de água produzido pelos aparelhos

Após cálculo da estimativa do tempo médio de atendimento à demanda não potável, foram realizadas algumas análises físico-químicas de uma amostra de 2,5 L da água drenada por um dos aparelhos escolhidos para o estudo. A amostra foi coletada em 16 de outubro de 2015. O quadro 16 apresenta os resultados das análises qualitativas realizadas.

**Quadro 16-** Análise qualitativa de amostra de água drenada por aparelho de ar condicionado

Parâmetro	Unidade	Valor Máximo Permitido Portaria MS Nº 2914/2011	Resultado da análise
PH	---	6,0 a 9,5	6,49
Condutividade	µS/cm	---	41
Alcalinidade	mg/L	---	8
Cloretos	mg/L	250	8
Dureza de magnésio	mg/L	---	9,6

**Fonte:** A autora.

Apesar da realização de poucas análises, os resultados encontrados apontam para a possibilidade de uma fonte alternativa de água potável, tendo em vista os valores máximos permitidos e outras recomendações da Portaria 2914/2011 (BRASIL, 2011). No entanto, seriam necessárias novas análises e avaliação de um número maior de parâmetros a fim de assegurar a potabilidade das águas drenadas pelos aparelhos de ar condicionado.

## 5.6 Sistema de aproveitamento de águas pluviais para fins não potáveis

Para dimensionamento do reservatório de captação de águas pluviais para o edifício piloto, através do Método da Simulação, foram considerados os seguintes dados de entrada presentes no quadro 17:

- Precipitação média mensal (mm)- Coluna 2: para esta pesquisa, o posto pluviométrico adotado para estudo das precipitações foi a Estação Meteorológica do Recife

(Curado), pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Tal estação foi escolhida por estar localizada próxima ao bairro do edifício piloto e por possuir uma extensa série histórica, com data inicial do mês de março de 1961 até os dias atuais. Para o dimensionamento realizado neste trabalho, utilizou-se a série histórica da média da precipitação mensal do ano 2000 ao ano de 2014, ou seja, um período de 15 anos (coluna 1 do quadro 17).

- Demanda constante (m<sup>3</sup>)- Coluna 3: este dado representa volume de água potável que pode ser substituído pela água de chuva. Ou seja, o volume d'água necessário para o abastecimento dos pontos que podem ser atendidos por água não potável no intervalo de um mês. Para este estudo considerou-se apenas uma demanda para rega da área verde do prédio piloto, supondo a condição máxima de 1 rega por dia durante 22 dias úteis/mês. O valor calculado foi de 33 m<sup>3</sup>, considerando-se 2 litros de água por m<sup>2</sup> de jardim conforme Tomaz (2003), 750 m<sup>2</sup> de área verde e 22 dias úteis/mês.
- Área de captação (m<sup>2</sup>)- Coluna 4: corresponde ao somatório da superfície que receberá as águas das chuvas e está interligada com os coletores do SAAP. A área de captação calculada para o prédio piloto, conforme NBR 10.844/89 foi de 340 m<sup>2</sup>. Esta área de contribuição corresponde apenas ao telhado de um dos dois espaços anexos ao bloco principal do edifício. Esta opção foi considerada a mais coerente, já que o edifício principal apresenta uma área de captação bem maior, mas que para este estudo não seria viável, tendo em vista o valor relativamente baixo de demanda não potável. A área de contribuição calculada do anexo 1, localizado no térreo, foi de 340 m<sup>2</sup>.
- Volume do reservatório (m<sup>3</sup>)- Coluna 6: capacidade total para armazenamento de água de chuva. O volume para este método é arbitrado e depois verificado o *overflow* e a reposição da água, até se escolher um volume adequado. Foi adotado, para esta simulação, um volume fixo de 60 m<sup>3</sup>.

As colunas 5, 7, 8, 9 e 10 correspondem aos dados de saída do Método da Simulação apresentados no quadro 17. Na coluna 5 tem-se o volume de chuva mensal  $Q_{(t)}$ , que é o volume máximo que poderá ser coletado durante um mês, cuja metodologia de cálculo é apresentada no item 4.3.5 deste trabalho. Para cálculo do volume de chuva mensal foi adotado coeficiente de escoamento superficial  $C$  ou *runoff* de 0,8. O coeficiente  $C$  de *runoff* considera

no cálculo a minoração dos valores de contribuição em decorrência de perdas por evaporação, vazamentos, descarte inicial, etc.

Na coluna 07 tem-se o volume do reservatório no início da contagem do tempo,  $S_{(t-1)}$ . Supõe-se que no início do ano o reservatório está vazio e que, portanto, a primeira linha da coluna 07 referente ao mês de janeiro será zero. A coluna 08 fornece o volume do reservatório no fim do mês, que é a diferença entre o volume de chuva disponível no reservatório e a demanda mensal a ser atendida. Deste modo, o volume apresentado nesta coluna no mês de janeiro refere-se ao volume do reservatório no último dia de janeiro.

A coluna 09 é referente ao *overflow*, que é quando a água extravasa do reservatório, ou seja, é o volume de água que supera o limite da capacidade do reservatório após a entrada d'água e a retirada da demanda. E a última coluna, 10, é a coluna de suprimento externo, que diz respeito ao volume de água que deverá ser repostado ao reservatório mensalmente vindo de outras fontes (serviço público de abastecimento ou carro-pipa) nos períodos de menor oferta de chuva.

O quadro 17 mostra os resultados obtidos do dimensionamento do reservatório de SAAP do edifício piloto pelo Método da Simulação.

**Quadro 17-** Dimensionamento do reservatório de SAAP pelo Método da Simulação

Coluna 1	Coluna 2	Coluna 3	Coluna 4	Coluna 5	Coluna 6	Coluna 7	Coluna 8	Coluna 9	Coluna 10
Meses De 2000 a 2014	Precipitação média mensal	Demanda constante	Área de captação	Volume de chuva mensal	Volume do reservatório	Volume do reserv. antes (tempo St-1)	Volume do reserv. depois (no tempo t)	Overflow (Extravasa)	Suprimento de água externo
Unidades:	(mm: l/m <sup>2</sup> )	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>2</sup> )	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )
Janeiro	125,79	33	340	34,2	60	0	1	0	0
Fevereiro	149,59	33	340	40,7	60	1	9	0	0
Março	193,83	33	340	52,7	60	9	29	0	0
Abril	291,69	33	340	79,3	60	29	60	15	0
Maiο	316,93	33	340	86,2	60	60	60	53	0
Junho	453,72	33	340	123,4	60	60	60	90	0
Julho	340,86	33	340	92,7	60	60	60	60	0
Agosto	222,75	33	340	60,6	60	60	60	28	0
Setembro	107,27	33	340	29,2	60	60	56	0	0
Outubro	57,52	33	340	15,6	60	56	39	0	0
Novembro	43,34	33	340	11,8	60	39	18	0	0
Dezembro	72,23	33	340	19,6	60	18	4	0	0
Total anual	2375,52	396		646,1			456	246	0
		Volume total						soma Overflow	soma Suprimento

Conforme quadro 17 nota-se que, para uma demanda fixa mensal de 33 m<sup>3</sup> e um reservatório para armazenamento de água da chuva com capacidade de 60 m<sup>3</sup>, tem-se 100% de autonomia do sistema, visto que em nenhum mês será necessário suprimento de água externo. Percebe-se ainda que, em 5 meses do ano (de abril a agosto) ocorre *overflow*, mantendo-se o reservatório cheio por quase metade do ano. Para simulações com valores mais baixos de volume de reservatório, seria necessário suprimento de água externo em alguns meses.

O edifício piloto dispõe de extensa área externa plana que possibilitaria a construção de um reservatório de captação de água de chuva. Desta maneira, supondo a construção de uma cisterna com o volume fixado de 60 m<sup>3</sup>, em uma análise simplificada, esta poderia ter dimensões aproximadas de 5 m de diâmetro e 3 m de altura.

Todavia, seria necessário um estudo mais aprofundado contemplando aspectos de viabilidade econômica para implementação do SAAP no prédio piloto a fim de se chegar a parâmetros mais específicos de dimensionamento do reservatório. Deste modo poderia ser avaliado ainda o material mais adequado para este reservatório e demais aspectos construtivos significativos.

Seria importante ainda uma análise da possibilidade de atender a outras demandas não potáveis, além da rega do jardim. Mas, neste caso, seria necessário um estudo detalhado com alterações de projeto e investimentos bem mais elevados para execução. Deste modo, nota-se que esta alternativa seria mais adequada para edifícios ainda não construídos, já que as adequações poderiam ser realizadas previamente à construção.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conhecimento acerca das instalações e características de funcionamento da edificação, e dos hábitos de consumo de água dos funcionários, permitiu a identificação de medidas de racionalização a serem priorizadas para implementação no edifício piloto. Os resultados demonstraram, por exemplo, que, mesmo não dispondo de conhecimentos técnicos a respeito do tema, muitos usuários de água do prédio reconhecem a importância de instalação de equipamentos economizadores como método eficiente de redução do consumo de água.

Observou-se que a aplicação de campanhas de sensibilização, com o intuito de intensificar a conscientização dos funcionários para uma postura de uso racional da água, repercutiu de forma positiva no consumo de água do edifício. No mês seguinte à realização das primeiras campanhas, a fatura da COMPESA relativa ao mês de junho/2015 apontou uma redução de 45 mil Litros no consumo de água do prédio, correspondendo a uma economia mensal de R\$ 781. Deste modo, pôde-se reconhecer a importância, em termos de conservação da água, de se associar este tipo de campanha educacional a demais medidas de gestão que envolvam a otimização física das instalações hidráulicas ou substituição de equipamentos por economizadores de água.

O cálculo do indicador de consumo de água do prédio piloto mostrou resultados bastante positivos em termos de impactos de redução do consumo *per capita*. O cálculo do indicador 1, que corresponde ao período no qual não houve aplicação de medidas de gestão do consumo de água, resultou em um valor médio de 26,6 L/funcionário.dia. O valor do indicador 1 encontra-se abaixo do sugerido pela literatura para esta tipologia de edificação. Todavia, as simulações realizadas de substituição de equipamentos por economizadores de água permitiram concluir que o prédio possuía alto potencial para reduzir ainda mais o valor deste indicador.

Sendo assim, os valores dos indicadores 2 e 3 comprovaram o elevado potencial de redução previsto, chegando-se a um indicador 3 final de 18,2 L/funcionário.dia, o que equivale a um percentual médio de redução de 31,5% em relação ao indicador 1. Os resultados equivalem a uma redução média mensal de R\$ 494,00 nas faturas de água da SEINFRA, quando comparados os valores das contas de água referentes ao período de análise do indicador 1 com o do indicador 3.

O estudo de reuso de água de ar condicionado para fins não potáveis, considerando utilização desta água para rega da área verde da SEINFRA, mostrou-se satisfatório para realização de 8,5 regas de jardim/mês utilizando exclusivamente a água de reuso. A pesquisa não desconsidera, todavia, que esta água possa ser utilizada para demais atividades do edifício que apresentem demanda não potável, como lavagem de banheiros e escadarias, descarga manual de mictórios, etc.

Ainda com relação a este estudo, como o experimento realizado limitou-se a uma pequena amostra de aparelhos, foram sugeridas propostas para o desenvolvimento de um trabalho mais amplo e específico, dentro deste tema, no prédio piloto. As diferentes condições de funcionamento dos aparelhos (como estado/limpeza dos filtros e tempo médio diário de operação) e características ambientais relacionadas à umidade relativa do ar no universo estudado devem ser consideradas para detalhamento em pesquisas futuras.

Apesar de não ser realizada análise de viabilidade econômica de implantação, os resultados do dimensionamento de reservatório para SAAP pelo Método da Simulação mostraram que, para uma demanda fixa mensal de 33 m<sup>3</sup>, um reservatório para armazenamento de água da chuva com capacidade de 60 m<sup>3</sup> poderia operar com 100% de autonomia do sistema. Sugere-se, portanto, a realização de um estudo mais detalhado que contemple uma análise de viabilidade técnica e econômica, bem como a análise de atendimento a outras demandas não potáveis da edificação.

Espera-se que a pesquisa, em todo o seu conteúdo, possa auxiliar o desenvolvimento de novos trabalhos voltados à racionalização do consumo de água em prédios públicos do estado de Pernambuco, possibilitando ainda a elaboração de um Programa Estadual de Conservação de Água nestas edificações.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.844**: Instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro, 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5.626**: Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.527**: Água de chuva. Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos. Rio de Janeiro, 2007.

BRASIL. **Lei nº 9.433/1997**. Instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 09 jan. 1997.

BRASIL. Secretaria de Estado de Planejamento e Gestão do Estado de Minas Gerais. **Programa Estadual de Gestão de Água e Esgoto em Prédios Públicos**. Minas Gerais, 2008. Disponível em: <[http://www.planejamento2.mg.gov.br/governo/gestao\\_logistica/pegae/arquivos/apresentacao\\_PEGAE\\_agosto\\_2008.pdf](http://www.planejamento2.mg.gov.br/governo/gestao_logistica/pegae/arquivos/apresentacao_PEGAE_agosto_2008.pdf)>. Acesso em: 19 de Maio 2014.

BRASIL. Senado Federal. **Edifícios públicos sustentáveis**. Subsecretaria de Edições Técnicas, Brasília, 2010.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 2914, de 12/2011**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 14 dez. 2011. Seção 1, p. 39-46.

BRITTO, V. R.; KIPERSTOK, A. Racionalização do Consumo de água em Prédios do Governo da Bahia. In: JESAM- Jornada de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1., 2013, Salvador. **Anais...** . Salvador, BA, 2013.

CALDAS, L. G. **Manual de Boas Práticas: Gestão Energética e de Água dos Edifícios dos Palácios de Justiça**. Lisboa: Faculdade de Arquitetura da Universidade Técnica de Lisboa, 34 p., 2010. Disponível em: <<http://igfej.mj.pt/PT/Documentacao/DocTecnica/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 16 de março de 2015.

COELHO, A.C.; MAYNARD, J.C.B. **Medição Individualizada de Água em Apartamentos**. Recife, Pernambuco, Ed. Comunicarte, 1999. 172p.

COMPESA. Companhia Pernambucana de Saneamento. **Banco de dados**. 2011. Disponível em: <[www.compesa.com.br](http://www.compesa.com.br)> Acesso em: 2 de maio de 2014.

\_\_\_\_\_. Companhia Pernambucana de Saneamento. **Banco de dados**. 2014. Disponível em: <[www.compesa.com.br](http://www.compesa.com.br)> Acesso em: 15 de maio de 2015.

DOCOL (Brasil). **Banco de dados**. 2015. Disponível em: <[www.docol.com.br](http://www.docol.com.br)>. Acesso em: 01 set. 2015.

DOLNICAR, S.; HURLIMANN, A.; GRUN, B. What affects public acceptance of recycled and desalinated water? **Water Research**, v. 45, p.933-943, out. 2011. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0043135410006858>>. Acesso em: 20 de Maio 2014.

GONÇALVES, R.F; Introdução. . In: PROSAB (Rio de Janeiro). **Uso Racional da Água em Edificações**. Rio de Janeiro: ABES, 2006.

GONÇALVES, R. F.; ALVES, W. C.; ZANELLA, L. Conservação de água no meio urbano. In: PROSAB (Rio de Janeiro). **Uso Racional da Água em Edificações**. Rio de Janeiro: ABES, 2006, p. 29-71.

GROUP RAINDROPS. **Aproveitamento da Água de Chuva**. Editora Organic Trading, 1ª Edição, Curitiba, 2002.

KAMMERS, P. C.; GHISI, E. Usos finais de água em edifícios públicos localizados em Florianópolis, SC. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 6, n. 1, p.75-90, mar. 2006.

KIPERSTOK, A.; COHIM, E.; ALVES, W.C.; GONÇALVES, R.F. Consumo de Água. In: GONÇALVES, Ricardo Franci. (Org.) **Conservação de água e energia em sistemas prediais e públicos de abastecimento de água**. Rio de Janeiro: ABES, 2009. cap.2, p 36-98

LEVERENZ, H. L.; TCHOBANOGLIOUS, G.; ASANO, T. Direct potable reuse: a future imperative. **Journal Of Water Reuse And Desalination**, v. 1, n. 1, p.2-10, maio 2011. Disponível em: <<http://www.iwaponline.com/jwr/d/001/jwr/d0010002.htm>>. Acesso em: 23 de Maio 2014.

LIMA, J.A.; DAMBROS, M.V.; ANTONIO, M.A.; JANZEN, J.G.; MARCHETTO, M. Potencial da economia de água potável pelo uso de água pluvial: análise de 40 cidades da Amazônia. **Eng. Sanit. Ambiental**, v.16, n.3, p. 291-298, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/esa/v16n3/v16n3a12.pdf>>. Acesso em: 8 de maio de 2014.

MACIEL, D.H.B. **Medidas para Conservação de Água em Habitações de Interesse Social na Cidade do Recife, PE**. 2014. 130 f. Dissertação (Mestrado) – Mestrado em Engenharia Civil, Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade de Pernambuco, Recife, 2014.

MARINHO, M.; GONÇALVES, M.; KIPERSTOK, A. Water conservation as a tool to support sustainable practices in a Brazilian public university. **Journal Of Cleaner Production**, v. 62, p.98-106, jul. 2013. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652613004538>>. Acesso em: 25 de Maio 2014.

MENDONÇA, P.A.O. **Reuso de água em Edifícios públicos o caso da Escola Politécnica**. 2004. 171 f. Dissertação (Mestrado)- Mestrado em Engenharia Ambiental, Departamento de Engenharia Ambiental, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2004.

NUNES, R.T.S. **Conservação da água em edifícios comerciais: Potencial de Uso racional e Reuso em shopping Center**. 2006. 144 f. Dissertação (Mestrado)- Programa de Planejamento Energético, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

OLIVEIRA, L.H.; GONÇALVES, O.M. Metodologia para a implantação de programa de uso racional da água em edifícios. **Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP**, São Paulo, Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/247, 1999.

OLIVEIRA, L. H.; ILHA, M.S.O.; GONÇALVES, O.M.; YWASHIMA,L.; REIS, R.P.A. **Habitação mais sustentável**, Projeto FINEP 2386/04 – Tecnologias para construção habitacional mais sustentável – Documento Levantamento do estado da arte: Água, São Paulo - SP, 2007, 107p.

PERNAMBUCO. **Lei Nº 14.572**. Estabelece normas para o uso racional e reaproveitamento das águas nas edificações do Estado de Pernambuco e dá outras providências. Pernambuco, 2011.

PERNAMBUCO. **Lei Nº 15.225/2013**. Dispõe sobre a estrutura e o funcionamento do Poder Executivo Estadual. Pernambuco, 2013.

PERNAMBUCO. **Decreto 40.903**. Dispõe sobre a gestão e a racionalização do consumo de água no âmbito do Poder Executivo Estadual e de suas entidades vinculadas. Pernambuco, 2014.

PERNAMBUCO. **Lei Nº 15.452/2015**. Dispõe sobre a estrutura e o funcionamento do Poder Executivo Estadual. Pernambuco, 2015.

RECIFE. **Lei Nº 16.759./2002**. Institui a obrigatoriedade da instalação de hidrômetros individuais nos edifícios. Recife, 2002.

RECIFE. **Lei Nº 17.081/2005**. Cria no Município do Recife o Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações. Recife, 2005.

SAD. Secretaria de Administração de Pernambuco. Lista dos 30 edifícios selecionados pelo GETEAS. 2f. Recife, dez. 2014.

SABESP. - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. **Relatório de Sustentabilidade**. São Paulo, 2013. 225 p. Disponível em: <[http://site.sabesp.com.br/uploads/file/sociedade\\_meioamb/rs\\_2013\\_portugues.pdf](http://site.sabesp.com.br/uploads/file/sociedade_meioamb/rs_2013_portugues.pdf)>. Acesso em: 25 de abril 2015.

SALLA, M.R.; LOPES, G.B.; PEREIRA, C.E.; NETO, J.C.N; PINHEIRO, A.M. Viabilidade técnica de implantação de sistema de aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis em universidade. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 13, n. 2, p.167-181, jun. 2013.

SANTANA, L.M.C.; KIPERSTOK, A. Caracterização preliminar de consumo de água em prédios públicos administrativos. In: congresso baiano de engenharia sanitária e ambiental, 1., 2010, Salvador. **Anais eletrônicos...** Salvador, BA: Acqua Consultoria, 2010. Disponível em: <[http://www.teclim.ufba.br/site/material\\_online/publicacoes/pub\\_art120.pdf](http://www.teclim.ufba.br/site/material_online/publicacoes/pub_art120.pdf)>. Acesso em: 20 de Maio 2014.

SANTOS, D.C. Os Sistemas Prediais e a Promoção da Sustentabilidade Ambiental. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 2, n. 4, p.7-18, dez. 2002.

SANTOS, L.C.A. **Gestão da Água em Edificações Públicas: A experiência do prédio da Empresa Baiana de Águas e Saneamento S.A.-EMBASA.** 2010. 122f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana), Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2010.

SILVA, S. C.; FERREIRA, T.; POMPEO, M. L. M. Diretiva Quadro D'Água: uma revisão crítica e a possibilidade de aplicação ao Brasil. **Ambiente & Sociedade**, v. 16, n. 1, p.39-58, 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/asoc/v16n1/a04v16n1.pdf>>. Acesso em: 16 de março de 2015.

SILVA, A.F.A. **Indicadores de Consumo de Água de Prédios Públicos Administrativos em Pernambuco.** 2015. 125f. Trabalho de Conclusão de curso (Graduação)- Curso de Engenharia civil, Escola Politécnica, Universidade de Pernambuco, Recife, 2015.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de Água de Chuva para Áreas Urbanas e Fins não Potáveis.** 2ª Edição, São Paulo: Navegar Editora, 2003, 180p.

VELAZQUEZ, L.; MUNGUÍA, N.; OJEDA, M. Optimizing water use in the University of Sonora, Mexico. **Journal of Cleaner Production**, v. 46, p.83-88, maio 2013. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652612004702>>. Acesso em: 21 de Maio 2014.

YAMADA, E.S. **Os impactos da medição individualizada de água em edifícios residenciais multifamiliares.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)- Escola Politécnica, Universidade de São Paulo- SP, 2001.

YWASHIMA, L. **Avaliação do uso da água em edifícios escolares públicos e análise de viabilidade econômica da instalação de tecnologias economizadoras nos pontos de consumo.** Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP. 2005.

## ANEXO A- Lista dos 30 edifícios selecionados pela GETAS

RELAÇÃO DOS PRÉDIOS PÚBLICOS DISPONIBILIZADA PELA SAD		
1	SAD	Rua Eg. Antonio de Góes, 194, Pina. Recife-PE
2	SEPLAG	Rua da Aurora, 1377, Santo Amaro. Recife-PE
3	SCGE	Rua Santo Elias, 535, Espinheiro. Recife-PE
4	SDS	Rua São Geraldo , 111, Santo Amaro. Recife-PE
5	SEE	Av. Afonso Olindense, 1513, Várzea. Recife-PE
6	SES	Rua Dona Maria Augusta Nogueira, 519, Bongi. Recife-PE
7	ADDIPER	Avenida Conselheiro Rosa e Silva, 347 - Afritos, Recife – PE.
8	SEINFRA	Avenida Cruz Cabugá, 1111 - Santo Amaro - Recife-PE
9	EMPETUR	Avenida Professor Andrade Bezerra, S/N - Salgadinho, Olinda - PE
10	SECTEC	Rua Vital de Oliveira, nº 32 - Bairro do Recife - Recife - PE
11	CORPO DE BOMBEIROS – Quartel do Comando Geral	Av. João de Barros, 399 - Boa Vista - Recife - PE
12	CEFOSPE	Rua Tabira, s/n - Boa Vista - Recife - PE
13	SECRETÁRIA EXECUTIVA DE RESSOCIALIZAÇ ÃO - SERES	Rua do Hospício, 751, Boa Vista, Recife/PE
14	AGÊNCIA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS - CPRH	Rua Santana, 367, Casa Forte, Recife/PE
15	SECRETARIA DA CRIANÇA E JUVENTUDE - SCJ	Avenida Cruz Cabugá, 1211, Santo Amaro, PE

Fonte: SAD (2014)

## ANEXO A- Lista dos 30 edifícios selecionados pela GETAS

16	SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE - SEMAS	Av. Conselheiro Rosa e Silva, 1339, Jaqueira, Recife - PE
17	AGÊNCIA ESTADUAL DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO - ATI	Av. Av. Rio Capibaribe, 147, São José - 50020-080 Recife/PE
18	POLÍCIA CIVIL DE PERNAMBUCO - PCPE	Rua da Aurora, 405, Boa Vista, Recife - PE
19	INSTITUTO DE RECURSOS HUMANOS DE PE - IRH	Rua Henrique Dias, s/n, Derby, Recife / PE
20	CENTRO DE HEMATOLOGIA E HEMOTERAPIA DE PE - HEMOPE	Rua Joaquim Nabuco, 171 - Graças - Recife
21	COMPANHIA ESTADUAL DE HABITAÇÃO E OBRAS - CEHAÉ	Rua Odorico Mendes, 700 Campo Grande, Recife - PE
22	Centro Integrado Amaury de Medeiros - CISAM	Rua Visconde de Mamanguape s/n – Encruzilhada, Recife - PE
23	COMPANHIA PERNAMBUCANA DE GÁS - COPERGÁS	Avenida Marechal Mascarenhas de Moraes, 533 - Imbiribeira, PE
24	AGÊNCIA DE DEFESA E FISCALIZAÇÃO AGROPECUÁRIA DE PE - ADAGRO	Avenida Caxangá, S/n - Cordeiro, Recife - PE
25	CONSERVATÓRIO PERNAMBUCANO DE MÚSICA - CPM	Av. João de Barros, 594 Santo Amaro   Recife /PE
26	SECRETARIA DE AGRICULTURA E REFORMA AGRÁRIA - SARV	Av. Caxangá, 2.200 - Cordeiro - Recife - PE
27	SECRETARIA DE TRABALHO, QUALIFICAÇÃO E EMPREENDEDORISMO - STQE	Rua da Aurora, nº 425 – Boa Vista – Recife / PE
28	AGÊNCIA ESTADUAL DE PLANEJAMENTO E PESQUISA - CONDEPE/FIL-EM	Rua das Ninfas, 65 - Boa Vista- Recife/PE
29	EMPRESA PERNAMBUCANA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - IPA	Av. General San Martin, 1371 Bongi - Recife/PE
30	POLÍCIA MILITAR DE PE - Quartel do Derby	Rua Amaro Bezerra, Recife - PE

Fonte: SAD (2014)

## ANEXO B- Estrutura tarifária COMPESA 2015



COMPANHIA PERNAMBUCANA DE SANEAMENTO  
DIRETORIA COMERCIAL E DE ATENDIMENTO - DCA  
ESTRUTURA TARIFÁRIA

DECRETO ESTADUAL Nº 18.251 DE 21/12/1994.

Vigência: 20 de Março de 2015

ÁGUA TRATADA		Resolução da Arpe n.º 98/2015 publicado no DOE n.º30 de 12/02/2015
Consumidores Medidos		Reposicionamento tarifário incremental de 8,35% válido a partir de 20 de março de 2015
Categoria	Consumo (litros)	Valor (R\$)
Residencial	Tarifa Social - consumo até 10.000 litros/mês	7,20
	Tarifa Normal - consumo até 10.000 litros/mês	33,65
	Consumo superior a 10.000 litros/mês	
	10.001 a 20.000 litros	3,86 por 1.000 l
	20.001 a 30.000 litros	4,59 por 1.000 l
	30.001 a 50.000 litros	6,31 por 1.000 l
	50.001 a 90.000 litros	7,48 por 1.000 l
Comercial	90.001 a 999999.000 litros	14,38 por 1.000 l
	Tarifa Mínima - consumo até 10.000 litros/mês	49,51
Industrial	+ 10.000 litros	9,81 por 1.000 l
	Tarifa Mínima - consumo até 10.000 litros/mês	62,03
Pública	+ 10.000 litros	13,15 por 1.000 l
	Tarifa Mínima - consumo até 10.000 litros/mês	47,84
	+ 10.000 litros	7,26 por 1.000 l

Fonte: COMPESA (2015)

## APÊNDICE A- Cadastro SEINFRA

 		<b>CADASTRO DOS EDIFÍCIOS PÚBLICOS PARTICIPANTES</b>				
<b>INFORMAÇÕES GERAIS</b>						
<b>Edifício:</b>	SEINFRA*Secretaria de infraestrutura* Mudou para SETRA- S. de Transpo.					
<b>Idade da edificação</b>	Mais de 40 anos					
<b>Imóvel Próprio ou Alugado?</b>	Próprio					
<b>Endereço:</b>	Avenida Cruz Cabugá , 1111					
<b>Bairro:</b>	Santo Amaro	<b>Cidade:</b>	Recife			
<b>Diretor em exercício:</b>						
<b>Telefones:</b>						
<b>E-mail:</b>				<b>Data da Visita</b>	09.01.2015	
<b>Expediente</b>						
<b>Manhã</b>		<b>Tarde</b>		<b>Noite</b>		
8	às	18				
<b>Quantitativo geral de Funcionários- Fixos</b>						
<b>Total</b>	Cerca de 270 (100 Setra; 110 Apac; 60 antiga Secretaria de RH)					
<b>Obs:</b>						
<b>INFORMAÇÕES ESPECÍFICAS</b>						
<b>Entrevistado:</b>						
<b>Função/Cargo do entrevistado:</b>	Gestor administrativo					
<b>Número de Blocos:</b>	1					
<b>Número de pavimentos:</b>	Térreo mais 2					
<b>Presença de Jardim na área externa?</b>						
<input type="checkbox"/> Não		<input checked="" type="checkbox"/> Sim; Área aproximada: _____				
<b>Mananciais disponíveis e utilizados no edifício</b>						
<input checked="" type="checkbox"/> Compesa		<input type="checkbox"/> Poço		<input type="checkbox"/> Outro _____		
<b>Frequencia do abastecimento de água:</b>						
<input checked="" type="checkbox"/> Todos os dias		<input type="checkbox"/> 1 a 3x / semana		<input type="checkbox"/> 4 a 6x / semana		
<input type="checkbox"/> Outro _____						
<b>Qualidade da água</b>						
<input checked="" type="checkbox"/> Boa		<input type="checkbox"/> Aceitável		<input type="checkbox"/> Ruim		
<b>Há hidrômetros no Prédio?</b>						
<input type="checkbox"/> Não		<input checked="" type="checkbox"/> Sim; Quantos: 1				

## APÊNDICE A- Cadastro SEINFRA

 	<b>CADASTRO DOS EDIFÍCIOS PÚBLICOS PARTICIPANTES</b>				
<b>INFORMAÇÕES ESPECÍFICAS</b>					
<b>É realizada a leitura periódica do(s) Hidrômetro(s)?</b>					
<input checked="" type="checkbox"/> Não    Compesa lê <input type="checkbox"/> Sim, qual a periodicidade?					
<b>O prédio passou por alguma reforma recente?</b>					
<input checked="" type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim, quando?					
<b>É realizada manutenção preventiva nas instalações hidrossanitárias?</b>					
<input type="checkbox"/> Não <input checked="" type="checkbox"/> Sim, quando?    Servidor verifica semanalmente					
<b>Quem escolhe as peças hidrossanitárias quando necessário?</b>					
<input type="checkbox"/> Diretor <input checked="" type="checkbox"/> Outro <u>Funcionário de Manutenção</u>					
<b>Existe controle sobre os usuários de água para evitar desperdícios deste recurso?</b>					
<input checked="" type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim, qual o setor responsável?					
<b>Como é vivenciado o tema "água" no Prédio?</b>					
<input type="checkbox"/> Não é vivenciado <input type="checkbox"/> por meio de palestras					
<input checked="" type="checkbox"/> Há recomendações internas <input type="checkbox"/> Outros: _____					
de uso;					
<b>Existe alguma indicação de campanha educativa?</b>					
<input type="checkbox"/> Não <input checked="" type="checkbox"/> Sim <u>Alguns adesivos nos banheiros</u>					
<b>Existe reuso de água?</b>					
<input checked="" type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim, de que forma? _____					
 	<b>CADASTRO DOS EDIFÍCIOS PÚBLICOS PARTICIPANTES</b>				
<b>INFORMAÇÕES ESPECÍFICAS</b>					
<b>Reservatórios e suas respectivas capacidades (m<sup>3</sup>)</b>					
01: <u>Superior</u>	Capacidade: _____				
02: <u>Inferior</u>	Capacidade: _____				
03: <u>Outro *</u>	Capacidade: _____				
Número de banheiros:	<input type="text" value="11"/>	Número de chuveiros:	<input type="text" value="4"/>	Número de bebedouros:	<input type="text" value="0"/>

## APÊNDICE A- Cadastro SEINFRA

**Número de descargas dos vasos sanitários de acordo com o tipo:**

21	Caixa Acoplada		Válvula de Descarga com duplo acionamento
	Caixa Acoplada com duplo acionamento		Válvula de Descarga sem duplo acionamento
			Ducha Acoplada

**Número de torneiras de acordo com o tipo:**

	Hidromecânica		Sensor
20	Convencional		Outro:

**Número de mictórios de acordo com o tipo:**

8	Válvula de acionamento hidromecânico
	Válvula temporizador
	Sensor de presença
	Outro: _____

**Há copa no Edifício?**

Não       Sim, quantas?      3 \_\_\_\_\_

**Há pontos extras de consumo de água?**

Não       Sim, quais?      3 Torneiras jardim (inclusas na contagem)

**Há vazamentos aparentes?**

Não       Sim, quais? \_\_\_\_\_

**Estado de conservação das instalações hidrossanitárias:**

Excelente       Regular       Péssima  
 Boa       Precária

<b>POLI- UPE</b> 	<b>CADASTRO DOS EDIFÍCIOS PÚBLICOS PARTICIPANTES</b>	<small>Secretaria de Administração</small> 
RELATÓRIO FOTOGRÁFICO		



Foto 01: Fachada da edificação

**APÊNDICE A- Cadastro SEINFRA**

Foto 02- Disposição pias bwc e campanha educativa através de adesivo



Foto 03: Torneira Copa



Foto 4: Caixa acoplada



Foto 5: Mictórios



Foto 6: Disposição vasos sanit.

## APÊNDICE B: Questionário percepção usuários de água



### AVALIAÇÃO USUÁRIO DE ÁGUA SEINFRA 2015



**Nome:** \_\_\_\_\_

Função do entrevistado: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_  
 Masc.  Fem Expediente: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_

**1a- Quantas vezes, em média, você aciona a descarga durante um dia de trabalho?**

Nenhuma  1  2  3  4  \_\_\_\_\_

**1b- Quantas vezes por dia, em média, você utiliza a torneira do banheiro?**

Nenhuma  1  2  3  4  \_\_\_\_\_

**1.c- Qual o tempo medio que você acredita gastar para cada vez que utiliza a torneira do bwc?**

< 5 seg.  entre 5 e 10 s  entre 10 e 15 s  entre 15 e 20 s  \_\_\_\_\_  
valor medido em seg.

**2a- Como você lava as mãos?**

Abre a torneira, ensaboa/lava as mãos, enxágua as mãos e fecha a torneira  
 Abre a torneira, molha a mão, fecha a torneira, ensaboa as mãos, abre a torneira, enxágua e fecha

**2b- Você escova os dentes no trabalho? Como?**

Quantas vezes ao dia

com a torneira sempre aberta  
 com a torneira fechada durante a escovação e/ou com um copo  
 usuário não realiza esta atividade

**3a- Você utiliza o mictório? Para usuário do Sexo Masculino!**

Sim  Não tem  Não. Por quê? \_\_\_\_\_

**3b- Você dá descarga no mictório?**

Quebrada  Esquecimento  Dificuldade  Aberto direto  
 Abro e fecho o registro  Não tem conhecimento da descarga do mictório

**4a- Você utiliza os chuveiros do vestiário?**

Sim  Não (pule pra 5)

**4b- Se NÃO USA, por quê?**

Mora perto  Não funciona  Outro: \_\_\_\_\_

**4c- Se USA, usa o chuveiro com que frequência?**

1x dia  2x dia  Outro: \_\_\_\_\_

**4d- Quanto tempo o chuveiro fica ligado?**

5 min  10 min  15 min  > 15 min

**4e- Como você toma banho?**

Abre a chuveiro, ensaboa/lava, se enxágua e fecha o chuveiro  
 Abre o chuveiro, molha o corpo, fecha o chuveiro, ensaboa, abre chuveiro, se enxágua e fecha

## APÊNDICE B: Questionário percepção usuários de água

5a- Já viu alguma prática de desperdício d'água no prédio como pontos de torneira/chuveiros abertos?

Não  Sim Qual? \_\_\_\_\_  Sempre  às vezes

5b- Por que você acha que o ponto ficou aberto?

Esquecimento  Quebrada  Proposital

5c- Já encontrou algum equipamento vazando?

Não  Sim  Sempre  às vezes

5d- Se sim, qual?

torneira  chuveiro  louça sanitária

5e- Quando algum equipamento se encontra quebrado, o que você faz?

Comunica a direção ou chama algum responsável

Não faço nada, pois existe um funcionário para isso.

Não consigo perceber quando está quebrado.

6a- De 1 a 10, o quanto você acha que se preocupa com a conservação da água neste edifício?

6b- Você já participou de algum tipo de campanha de racionalização da água neste prédio?

Não  Sim Qual? \_\_\_\_\_

6c- Por que você considera a conservação da água importante?

Redução de custos, apenas.  Redução de custos e preocupação ambiental

Meio ambiente  Não acho importante neste prédio  Outro

6d- Qual destas medidas você julga a mais importante para contribuir com a redução do consumo ?

Substituição de equipamentos por economizadores

Intensificação da conscientização dos funcionários por meio de palestras, cartazes, etc.

Melhoria da manutenção das instalações hidráulicas

Não acredito que sejam necessárias tais medidas;