



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

BIANCA MARIA LIMEIRA DE AZEVÊDO

**AVALIAÇÃO DO USO DA ÁGUA NO CENTRO DE TECNOLOGIA DA
UFPB**

JOÃO PESSOA - PB

2016

BIANCA MARIA LIMEIRA DE AZEVÊDO

**AVALIAÇÃO DO USO DA ÁGUA NO CENTRO DE TECNOLOGIA DA
UFPB**

Trabalho de conclusão de curso apresentado a
Universidade Federal da Paraíba como requisito parcial para
obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de concentração: Saneamento

Orientador: Prof^a Dra. Ana Cláudia F. Medeiros Braga

JOÃO PESSOA - PB

2016

A994a Azevêdo, Bianca Maria Limeira de.

Avaliação do uso da Água no Centro de Tecnologia da UFPB./ Bianca Maria Limeira de Azevêdo./ João Pessoa, 2016.

59 f. : il.

Orientadora: Prof^a Dr^a Ana Cláudia Fernandes Medeiros Braga

Monografia (Curso de Graduação em Engenharia Civil)
CGEC – Centro de Tecnologia / Campus I – Universidade Federal da Paraíba.

1. Água. 2. Uso racional da água. 3. Conservação da água. I. Título.

BS/CT/UFPB

CDU: 2.ed 631.43 (043)

BIANCA MARIA LIMEIRA DE AZEVÊDO

**AVALIAÇÃO DO USO DA ÁGUA NO CENTRO DE TECNOLOGIA DA
UFPB**

Trabalho de conclusão de curso apresentado a
Universidade Federal da Paraíba como requisito parcial para
obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovado em _____ de _____ de _____.

Área de concentração: Saneamento

Orientador: Prof^a Ana Cláudia F. Medeiros Braga

BANCA EXAMINADORA

Prof^o Gilson Barbosa Athayde Júnior

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – CT/UFPB

Prof^a Aline Flávia Nunes Remígio Antunes

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – CT/UFPB

Prof^a Ana Cláudia F. Medeiros Braga

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – CT/UFPB

Prof^o Ana Cláudia F. Medeiros Braga

Coordenador do Curso de Graduação em Engenharia Civil

A Deus,
aos meus pais, à minha irmã e aos meus amigos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, inteligência suprema, causa primária de todas as coisas, pela oportunidade de crescimento.

Aos meus pais pelo amor, educação, zelo e apoio, por terem sido ferramenta importante para formação de quem eu sou hoje.

À minha irmã Vanessa pelo companheirismo, carinho, pelas palavras de incentivo, pelo exemplo de dedicação e disciplina e por trazer mais alegria aos meus dias.

À Prof. Ana Cláudia Medeiros pela paciência, orientação e auxílio na elaboração deste trabalho.

Ao amigo Ramoon pelo apoio na coleta de dados deste trabalho, pelas conversas de incentivo e pelo companheirismo.

À amiga Priscila pelo carinho, empatia e apoio de sempre.

Ao amigo Kelbson por todo o apoio durante os cinco anos de curso, por nossos estudos e pelo exemplo de disciplina.

Aos amigos Adalice, Adriane, Anna Gabriela, Diogo, Joabson, Natália, Tiago e Vinicius pela amizade e por todos os momentos compartilhados.

Aos funcionários do Centro de Tecnologia que contribuíram na composição deste trabalho.

“Suba o primeiro degrau com fé. Não é necessário que você veja toda a escada. Apenas dê o primeiro passo.”

Martin Luther King

RESUMO

O aumento da demanda pela água devido ao crescimento exponencial da população, juntamente com mudanças climáticas que ocasionam situações de estresse hídrico, vêm causando uma preocupação com a preservação deste recurso, trazendo a necessidade de se implantar alternativas que minimizem esses impactos. Por isso, diversos programas que envolvem o uso racional da água têm sido criados, resultando em significativas economias tanto de água como de custos. A lei nº 9.130, referente à criação do Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações Públicas do Estado da Paraíba, tem como finalidade estabelecer medidas que incentivem a conservação e o uso racional da água, bem como proporcionar a conscientização dos consumidores quanto a importância da conservação da água. Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo fazer uma caracterização dos usos e propor medidas de uso racional e conservação da água no Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba. Para isso, foi feita uma revisão de literatura com outros estudos de uso racional da água em edificações públicas, um diagnóstico dos banheiros, identificação e avaliação dos usos da água, e, por fim, foram selecionadas alternativas de uso racional que possam ser aplicadas no local. Foram detectados diversos pontos de vazamento nos banheiros, estimando-se uma perda de 172.014,6 L/mês. Identificou-se que os usos da água no local se referem à limpeza dos blocos, regas de jardim, laboratórios, cantina e banheiros. A alternativa considerada como sendo mais eficaz foi a correção dos vazamentos através da troca dos aparelhos atuais por economizadores de água, diminuindo o consumo e eliminando vazamento nestes pontos. Outra medida que se mostrou essencial foi a implantação de medição setorizada, de modo a conhecer o consumo real de água no CT e, conseqüentemente, permitir pesquisas futuras mais precisas.

Palavras-chave: Água, uso racional da água, conservação da água.

ABSTRACT

The rise in the demand for water due to the populational exponential increase combined with climatic changes leading to hydric stress situations has been causing a concern about the preservation of this resource bringing up the necessity to introduce alternatives which minimizes these impacts. Therefore, several programs involving the rational use of water are being created, resulting in significant savings both in water and costs. The law nº9.130, relative to the foundation of the Conservation and Rational Water Use Program in Paraíba State Public Buildings, aims to set up plans to encourage the rational use and the conservation of water, as well as providing consumers awareness about the importance of water preservation. In this context, this work aims to characterize the uses and offer rational use and conservation of water measures of the Center of Technology of Universidade Federal da Paraíba. It was made a literature revision with other studies about rational use of water in public buildings, the diagnose of the bathrooms, identification and assessment of water uses and finally rational use alternatives were selected which may be applied in the place. Several leakage points were detected in the bathrooms, with an estimated loss of 172.014,60 L/month. The water uses in the area were refers to the cleaning of the blocks, laboratories, bathrooms, canteen and also to water the garden. The alternative considered as the most efficient was the correction of the leakage through the substitution of the actual devices for new ones with lower consumption, reducing the demand and eliminating leakage at these points. Another measure which proved to be essential was the establishment of sectorized measurement in order to know the real consumption of water in the Technology Center, hence, allowing more precise researches in the future.

Keywords: Water, Rational Utilization of Water, Water Preservation.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA	Agência Nacional de águas
PMSS	Programa de Modernização do Setor de Saneamento
PNCDA	Plano Nacional de Combate ao Desperdício de Água
PURA	Programa de Uso Racional da Água da Universidade de São Paulo
CT	Centro de Tecnologia
PNRH	Plano Nacional de Recursos Hídricos
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
Epusp	Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
LSP/DCC/USP	Laboratório de Sistemas Prediais do Departamento de Construção Civil
SABESP	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
USP	Universidade de São Paulo

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Exemplos de Programas de Uso Racional da água implementados em edificações. Fonte: (OLIVEIRA; GONÇALVES.1999 e BRASIL et. al.,2005 apud DREHER, 2008)	25
Tabela 2 - Quantificação Populacional do Centro de Tecnologia.....	29
Tabela 3- Quantidade de vagas, bacias sanitárias, mictórios, pias e chuveiros.	29
Tabela 4- Estimativa de perda de água por equipamento hidráulico-sanitário. 30	
Tabela 5 - Quantidade de banheiros no Centro de Tecnologia.....	32
Tabela 6 - Resumo dos pontos de consumo	33
Tabela 7 - Quantificação de torneiras com vazamento no CT.....	36
Tabela 8 - Quantificação de bacias sanitárias com vazamento.....	37
Tabela 9- Quantificação de mictórios com vazamento.....	37
Tabela 10 - Vazamento nas torneiras.	38
Tabela 11 - Estimativa do consumo da rega de jardim, laboratórios e limpeza.	42

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Valores estimados de consumo de água do Centro de Tecnologia da UFPB. Fonte: Relatório PIVIC.....	27
Quadro 2 - Legenda dos pontos de consumo.....	33

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Principais Problemas Decorrentes da Urbanização que Incidem Sobre a Quantidade e a Qualidade das Águas. Fonte: TUCCI, (2000 <i>apud</i> TUNDISI, 2003, p.42).....	16
Figura 2- Escopo do PNCDA. Fonte: PNCDA – DTA F2 – 2004.....	20
Figura 3- Fluxograma para a implantação de PURA em edifícios. Fonte: OLIVEIRA, 1999.	21
Figura 4- Centro de Tecnologia da UFPB. Fonte: Google Earth	28
Figura 5- Vazamento nos banheiros do CT: Vazamento em bacia sanitária (a) e (b) Fonte: Autora.....	34
Figura 6- Vazamentos em torneiras do CT: Vazamento no flexível de torneira manual (a), (b) e (c), vazamento em torneira manual através de gotejamento lento (d.) Fonte: Autora.	35
Figura 7- Mictórios com vazamento (a), (b). Fonte: Autora.	35
Figura 8– Vazamento nas torneiras do CT.	36
Figura 9 – Vazamento nas bacias sanitárias do CT.	37
Figura 10 – Vazamento nos mictórios do CT.....	38
Figura 11- Registro regulador de vazão da Docol, ideal para torneiras, misturadores e bidês de água fria.....	51
Figura 12 - Arejador de água da Docol de 8L/min.....	52
Figura 13 - Restritor de água da Deca	52
Figura 14- Torneira de mesa para lavatório Pressmatic Compact Ciclo Fixo da Docol. 53	
Figura 15- Torneira Hidrogeradora cilíndrica de mesa para lavatório Decalux.....	54
Figura 16- Caixa acoplada com acionamento duo da Deca.	55
Figura 17 - Mictório seco da Deca.	55

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVOS	14
2.1. GERAIS	14
2.2. ESPECÍFICOS	14
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
3.1. Problemática da Oferta e Demanda de água	15
3.2. Conservação e Uso Racional da Água	17
3.2.1. Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH)	18
3.2.2. Programas de Uso Racional da Água	19
3.2.2.1. Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (PNCDA) 19	
3.2.2.2. Programa de Uso Racional da Água da Universidade de São Paulo (PURA-USP)	21
3.2.2.3. Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações Públicas da Paraíba	22
3.3. Ações para o uso racional da água	22
3.4. Experiências de Uso Racional da Água em Edifícios Públicos	23
Consumo de água estimado do Centro de Tecnologia.....	25
3.4.1. Cálculo do consumo em função da edificação	25
3.4.2. Cálculo por BERENHAUSER E PULICI (1983, APUD TSUTIYA, 2006) 26	
3.4.3. Cálculo do consumo utilizando o modelo para previsão de consumo da SABESP e IPT (TSUTIYA, 2006)	26
3.4.4. Faculdades com menos de 100 bacias (m³/mês)	27
3.4.5. Escolas de nível superior	27
4. METODOLOGIA	28

4.1.	Análise de estudos anteriores	28
4.2.	Caso de Estudo.....	28
4.3.	Levantamento de dados	29
4.4.	Diagnóstico das instalações hidro-sanitárias.....	30
4.4.1.	Detecção e estimativa dos vazamentos	30
4.5.	Identificação e avaliação dos usos da água.....	31
4.6.	Estimativa do consumo de água.....	31
4.7.	Seleção de alternativas de uso racional da água	32
5.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	32
5.1.	Caracterização dos Banheiros.....	32
5.1.1.	Detecção e estimativa dos vazamentos	36
5.1.	Estimativa do consumo de água.....	39
5.1.1.	Caracterização dos usos da água	39
5.1.1.1	Limpeza	39
5.1.1.2.	Laboratórios.....	39
5.1.1.3.	Rega de jardins.....	41
5.1.1.4.	Cantina	42
5.2.	Soluções para a conservação e uso racional da água.....	42
5.2.1.	Campanhas educativas e de conscientização	43
5.2.2.	Implantação de micromedidores	43
5.2.3.	Soluções para o controle de vazamentos	44
5.2.4.	Aproveitamento e reuso de água	44
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	44
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	47
8.	ANEXOS	49
Anexo I.....	Erro! Indicador não definido.	
Anexo II.....		49

9. APÊNDICE.....	50
Apêndice A – Check list utilizado na contagem de aparelhos e verificação de vazamentos.....	50
Apêndice B.....	51
Apêndice C.....	53

1. INTRODUÇÃO

Observando a Terra através do espaço, nota-se que maior parte de sua superfície é coberta por água, entretanto, a maior parcela se apresenta na forma salgada, em oceanos, mares e lagos.

Diversas regiões sofrem com crise hídrica, devido a fatores climáticos, grande demanda local ou até mesmo má gestão dos recursos existentes.

Atualmente, os seres humanos utilizam a água, a poluem, desperdiçam, esquecendo-se da dificuldade de se ter água potável e da importância que a mesma tem nas suas vidas, sendo o recurso mais importante existente do planeta. A sobrevivência de todas as espécies depende da água, pois ela é imprescindível para a ocorrência das reações bioquímicas que ocorrem durante o metabolismo, além de ser o meio pelo qual ocorre o crescimento das células. (TOMAZ, 2001)

A escassez hídrica gera consequências como a precariedade da saúde da população, o racionamento, problemas na agropecuária devido à falta de água para consumo animal, prejuízos em plantações em decorrência da carência de água para irrigação, além de afetar as diversas empresas, indústrias e comércio que necessitam da água para seu bom funcionamento.

O crescente aumento da demanda de água trazido pelo crescimento populacional, a degradação dos mananciais e as mudanças climáticas, vem reduzindo a disponibilidade de água doce a um nível crítico, limitando o desenvolvimento socioeconômico e causando graves impactos ambientais.

Devido à má distribuição da água, juntamente com o aumento exponencial da população, o maior consumo per capita devido aos hábitos do estilo de vida atual, e as mudanças climáticas, ocorre em nosso planeta uma crise mundial no abastecimento de água. Além de todos esses problemas, há o agravante do desperdício ou mau uso da água potável.

O uso irracional da água, os desperdícios e as perdas no abastecimento causam volumes de efluentes que estarão poluindo e agravando a qualidade dos mananciais, além de resultar em maiores custos ao tratamento de água. Por isso, atuar na

conservação e uso racional da água não só reduz o consumo de água como também diminui o volume de efluentes gerados. (DREHER, 2008)

Segundo o Relatório das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento de Água (2015), até 2030 nosso planeta enfrentará um déficit de água de 40%, e a única forma de amenizar ou reverter esse quadro é melhorando dramaticamente a gestão dos recursos hídricos.

Desse modo, a implantação de métodos de conservação e uso racional da água tem se tornado cada vez mais necessária, de modo a diminuir o desperdício e minimizar os impactos causados pelo mau uso, além de contribuir para a conservação das reservas hídricas existentes, auxiliando não só na qualidade de vida da população atual, como também da futura.

Neste intuito, diversos programas de conservação e uso racional da água tem sido criados, dentre eles o Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (PNCDA), o Programa de Uso Racional da Água de Universidade de São Paulo (PURA-SP) e o Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações Públicas da Paraíba.

Esses programas propõem diversas ações, como a conscientização e educação da população acerca da importância de se utilizar a água de maneira racional, incentivos econômicos e ações tecnológicas envolvendo a substituição de sistemas e componentes convencionais por economizadores de água, implantação de sistemas de medição setorizada do consumo de água, detecção e correção de vazamentos.

Em se tratando de prédios públicos, pesquisas indicam um alto índice de desperdício de água, mostrando a necessidade de tomar atitudes quanto ao uso racional deste recurso.

Este trabalho tem como objetivo fazer uma caracterização dos usos da água no Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba, analisando alternativas que possam contribuir para o uso racional e conservação da água no local.

2. OBJETIVOS

2.1. GERAIS

O objetivo geral deste trabalho é fazer uma caracterização do uso da água no Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba e propor medidas de uso racional e conservação da água.

2.2. ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- Fazer um diagnóstico das instalações hidrossanitárias do CT;
- Caracterizar o consumo;
- Propor medidas de uso racional e conservação da água.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Problemática da Oferta e Demanda de água

O crescente aumento da demanda de água trazido pelo crescimento populacional, a degradação dos mananciais e as mudanças climáticas, vem reduzindo a disponibilidade de água doce a um nível crítico, limitando o desenvolvimento socioeconômico e causando graves impactos ambientais.

Segundo as Nações Unidas, uma situação de estresse hídrico é caracterizada como sendo aquela na qual o consumo per capita da região é, em média, menor ou igual a 1000 m³/hab/ano. Apesar de a disponibilidade social dos recursos hídricos no mundo estar entre 6000 m³/hab/ano e 7000 m³/hab/ano, ocorre uma má distribuição destes recursos, fazendo com que diversas regiões sejam atingidas por situações de estresse hídrico.

Com o aumento da população mundial, de 6 milhões de habitantes em 2000 para aproximadamente 8 bilhões de habitantes em 2025, determinadas regiões serão acometidas por graves problemas de água, em especial a África. Atualmente, 35% da população do planeta é atingido por situações de estresse hídrico, e, para o ano de 2025, é previsto um aumento desse índice para dois terços da população. (TOMAZ, 2001)

Thomas (2003 apud Silva et al 2006 (p.02)) estima que: “as necessidades hídricas mundiais devam dobrar nos próximos 25 anos, e que cerca de quatro bilhões de pessoas poderão ser afetadas por graves crises de escassez até o ano de 2025.”

De acordo com o World Water Council (2000), até 2025, 3 bilhões de pessoas viverão em países total ou parcialmente áridos ou semi-áridos, com a disponibilidade de água menor que 1.700m³ per capita, estando a disponibilidade média anual global desse recurso decrescendo de 6.600m³ para 4.800m³. Existe um grande questionamento sobre a crescente demanda da universalização do acesso à água e do atendimento desta, considerando que a água tende à escassez. A questão é saber se o planeta atenderá ao ritmo atual de exploração da água doce.

Deve-se atentar para o fato que a escassez de água não ocorre apenas em regiões áridas e semi-áridas, e não somente estas devem tomar providências para minimizar a crise hídrica.

Mesmo nas regiões onde a água é abundante, são observadas ofertas insuficientes para o atendimento, devido às demandas elevadas e à poluição, fazendo com que estas

áreas também experimentam conflitos de usos de água e sofrem restrições de consumo, afetando o desenvolvimento econômico e a qualidade de vida da população. (ANA, 2005). Além disso, ocorre em diversos casos uma má gestão dos recursos hídricos, que é outro lado da crise mundial da água, muitas vezes ofuscada pelas graves secas nos países pobres.

O aumento descontrolado da poluição, principalmente dos corpos hídricos, seja por esgoto doméstico ou por dejetos industriais, tem como sua causa primária a urbanização desordenada das cidades. A ocupação irregular das margens de rios e reservatórios leva ao desmatamento das margens, arrastando grande quantidade de sedimentos para o manancial, que perde sua capacidade de armazenamento e ainda recebe esgoto clandestinamente de diversas residências. Essa poluição tem causado o afastamento das fontes de abastecimento seguras, pois aquelas próximas aos centros urbanos são cada vez mais poluídas, e, no caso de se continuar utilizando a mesma fonte, se tornam necessários tratamentos mais eficientes para tornar a água potável, elevando os custos com o fornecimento deste recurso.

A figura 1 demonstra a problemática da poluição das águas e enchentes, juntamente com fatores preponderantes para a crise hídrica.

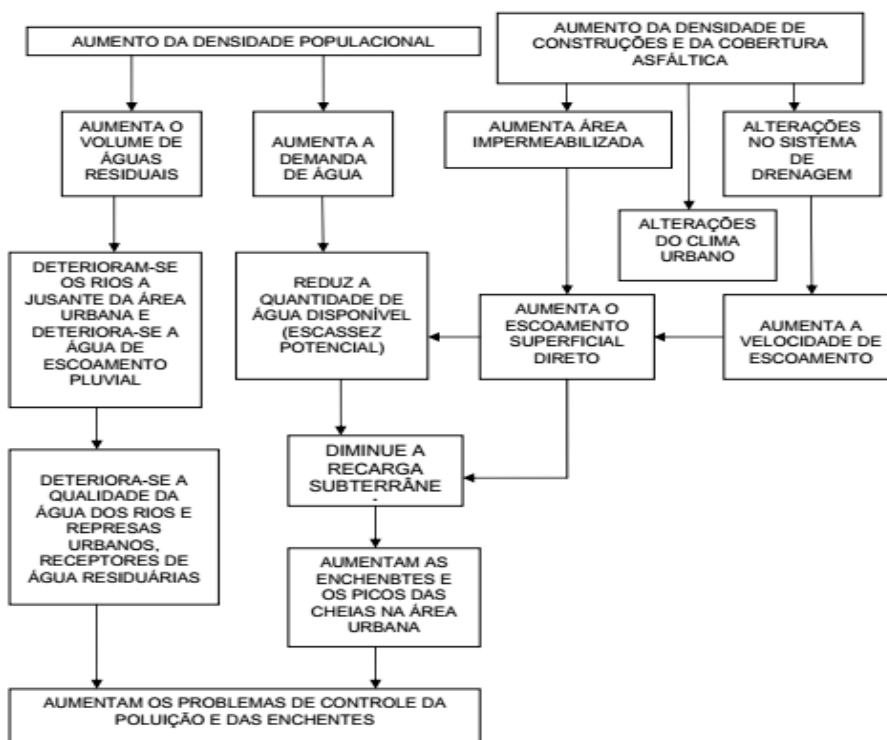


Figura 1- Principais Problemas Decorrentes da Urbanização que Incidem Sobre a Quantidade e a Qualidade das Águas. Fonte: TUCCI, (2000 *apud* TUNDISI, 2003, p.42).

No Brasil, aproximadamente 41% de toda água tratada é desperdiçada, o que equivale a uma quantidade imensurável de litros não aproveitados e um prejuízo de cerca de R\$ 4 bilhões.

É necessário, portanto a busca por soluções para promoção da conservação da água, devido a sua importância na existência da vida e no desenvolvimento socioeconômico, além de garantir o equilíbrio ambiental. Para isso, diversos setores da sociedade, inclusive o Estado, necessitam tomar medidas para diminuir o desperdício de água. (OLIVEIRA e outros, 1999)

3.2. Conservação e Uso Racional da Água

A implantação de mudanças e aperfeiçoamento do sistema de gestão e a utilização de alternativas de uso racional e conservação da água se fazem necessários para reduzir os problemas hídricos atuais e futuros.

É importante destacar que os conceitos de conservação e uso racional da água são distintos. Segundo Gonçalves (2006):

Uso racional da água – objetiva o controle da demanda, através da redução do consumo, preservando a quantidade e a qualidade da água para as diferentes atividades consumidoras.

Conservação da água – prevê o controle da demanda juntamente com a ampliação da oferta, através do uso de fontes alternativas de água, tais como o aproveitamento da água de chuva e o reúso de águas cinzas.

Portanto, o uso racional da água pode ser definido como o conjunto de ações que tem por objetivo reduzir o consumo de água sem prejuízo ao desenvolvimento das atividades produtivas, aumentando a eficiência desses recursos pela redução dos desperdícios e reúso dos efluentes tratados.

Segundo Tomaz (2001), a conservação da água se resume a um conjunto de atividades com a finalidade de:

- Reduzir a demanda de água;
- Melhorar os usos da água e reduzir as perdas e desperdícios da mesma;
- Implantar práticas agrícolas para economizar água.

E, com essas atividades, é possível obter economia de energia elétrica, redução na produção de esgotos sanitários, uma vez que o mesmo é gerado de acordo com a

quantidade de água utilizada, e a proteção dos reservatórios de água e os mananciais subterrâneos.

Entre as medidas convencionais de economia de água estão:

- Consertos de vazamentos nas redes públicas;
- Mudanças nas tarifas;
- Lei sobre aparelhos sanitários;
- Consertos de vazamentos nas casas;
- Reciclagem e reuso da água;
- Educação pública;
- Redução da Pressão nas Redes públicas.

Já as medidas não convencionais são:

- Uso das águas cinzas (gray water);
- Uso da água de chuva;
- Bacias sanitárias para compostagem;
- Dessalinização, apesar de encontrar vários empecilhos quanto à sua aplicação em vários países. Ela é utilizada em diversos municípios do Nordeste devido ao incentivo dado pela Universidade Federal de Campina Grande;
- Aproveitamento de águas de drenagem do subsolo em prédios e apartamentos.

3.2.1. Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH)

O Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) foi introduzido pela Lei nº 9.433/97 e aprovado oficialmente em 30 de janeiro de 2006 pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), sendo ele um dos mecanismos que orienta a gestão das águas no Brasil. Houve ampla mobilização e participação da sociedade para elaboração das metas, diretrizes e programas que integram o Plano. (MMA, 2006)

Dentre os objetivos do Plano Nacional de Recursos Hídricos estão (CRACIUN, 2007):

- Melhorar a disponibilidade de água superficial e subterrânea, nos aspectos qualitativos e também quantitativos;
- Reduzir os conflitos de uso deste recurso, como também de eventos hidrológicos críticos;
- Conscientizar quanto a importância socioambiental da conservação da água.

De acordo com MMA (2006), o objetivo deste amplo processo visa assegurar às demandas de água das gerações atuais e futuras, adequadas aos usos e a utilização considerando a conservação dos recursos hídricos, objetivando o uso sustentável da água, além da promoção da articulação entre as diferentes esferas de planejamento referentes à gestão de recursos hídricos.

3.2.2. Programas de Uso Racional da Água

A necessidade de políticas de conservação e de uso racional da água, que já surgia desde o início da década de 80, foi evidenciada a partir do Simpósio Internacional sobre Economia de Água de Abastecimento Público, realizado em 1986 (ALVES, 1987).

Desde este Simpósio, percebeu-se que algumas iniciativas de uso racional da água foram aplicadas, como por exemplo o desenvolvimento de componentes de baixo consumo de água, através de parcerias entre fabricantes e instituições de pesquisa.

No que diz respeito ao uso da água, departamentos governamentais podem e devem assumir um papel de liderança na indução da transição tecnológica, incentivando programas para a promoção do uso racional de água e preservação dos mananciais. (CRACIUN, 2007)

3.2.2.1. Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (PNCDA)

Após estudos de 1994, a preocupação e as ações quanto ao uso racional da água foram intensificadas, originando o Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (PNCDA) em 1997. (SILVA, TAMAKI e GONÇALVES, 2004).

O PNCDA foi fundado em abril de 1997 pelo Governo Federal, com o objetivo geral de promover o uso racional da água de abastecimento público nas cidades brasileiras. (SILVA e outros apud Craciun, 1998)

De acordo com Gonçalves (2006), o PNCDA é o principal programa brasileiro destinado à conservação de água potável. Antes dele, os programas se limitavam a apurar volumes não faturados para definir o controle de perdas, diferentemente de sua abordagem da conservação da água em todas as fases do processo de produção.

As principais linhas de ação do PNCDA pela coordenação federal são: capacitação, assistência técnica e desenvolvimento institucional. Já os domínios estaduais e municipais ficam incumbidos das ações diretas de gestão da oferta e da demanda de água, juntamente com os órgãos integrantes do processo de abastecimento de água até o consumidor final. (CRACIUN, 2007)

O PNCDA tem como princípios estratégicos:

- O apoio ao desenvolvimento;
- O apoio à transferência e à disseminação de tecnologia;
- A articulação com outros programas federais e o apoio aos planos (regionais/locais) de combate ao desperdício água.

O primeiro Projeto Piloto do PNCDA foi implantado na cidade de Juazeiro-BA, no ano de 1999, com a utilização do Programa de Modernização do Setor de Saneamento – PMSS e da Secretaria de Política Urbana da Presidência da República. (CRACIUN, 2007)

A estrutura do PNCDA é resumida no esquema da Figura 2: (CRACIUN, 2007)



Figura 2- Escopo do PNCDA. Fonte: PNCDA – DTA F2 – 2004

3.2.2.2. Programa de Uso Racional da Água da Universidade de São Paulo (PURA-USP)

Segundo o Manual de Gerenciamento para controladores de consumo de água, em 1996, a Companhia de saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp) criou o Programa de Uso Racional da Água, o PURA, como o intuito de incentivar o uso racional da água, utilizando para isso ações tecnológicas, medidas de conscientização e de sensibilização, através do incentivo à mudança de cultura da população quanto ao desperdício da água. O foco principal do PURA são as bacias hidrográficas com pequena disponibilidade hídrica no Estado de São Paulo, de modo a enfrentar a escassez dos recursos hídricos nessas regiões.

Este Programa foi elaborado em 1995 e efetivado através de um convênio entre a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - Epusp, o Laboratório de Sistemas Prediais do Departamento de Construção Civil - LSP/DCC/USP, a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - Sabesp e o Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT, que é vinculado à Secretaria de Desenvolvimento do Governo do Estado de São Paulo. (CRACIUN, 2007)

A metodologia proposta pelo PURA é dividida em quatro etapas, como segue na figura 6:

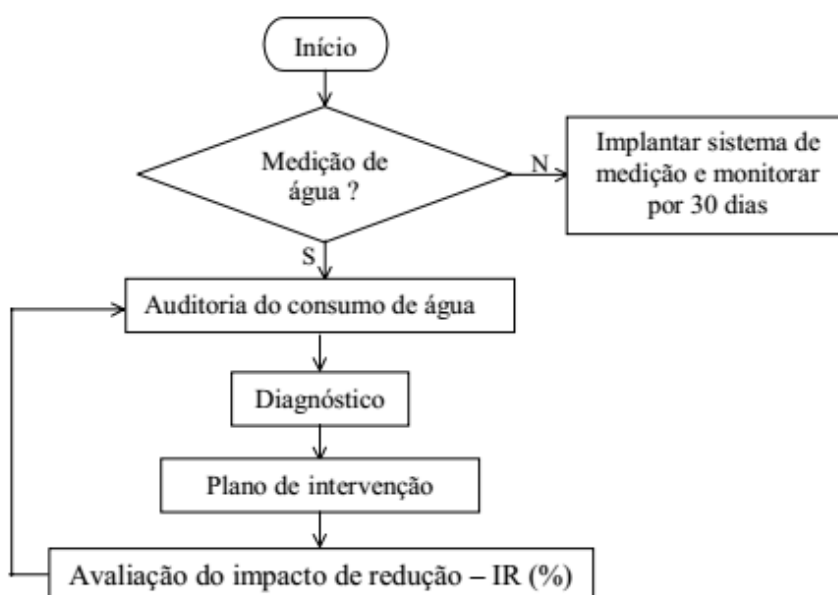


Figura 3- Fluxograma para a implantação de PURA em edifícios. Fonte: OLIVEIRA, 1999.

3.2.2.3. Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações Públicas da Paraíba

A lei nº 9.130, referente à criação do Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações Públicas do Estado da Paraíba, entrou em vigor no dia 27 de maio de 2010, e tem como objetivo estabelecer medidas que incentivem a conservação e o uso racional da água, bem como proporcionar a conscientização dos consumidores quanto a importância da conservação da água. Esta lei é direcionada às novas edificações residenciais e comerciais, como também às edificações públicas estaduais.

Quanto aos prédios públicos, esta lei propõe a adoção de medidas que controlem e a reduzam o consumo de água, tais como:

- I - torneiras para pias, registros para chuveiros e válvulas para mictórios, acionadas manualmente e com ciclo de fechamento automático ou acionadas por sensor de proximidade.
- II - torneiras com acionamento restrito para áreas externas e de serviços;
- III - bacias sanitárias com volume de descarga reduzido (VDR);
- IV - sistema hidráulico que permita o reaproveitamento da água proveniente de chuveiros, banheiras, tanques e máquinas de lavar para a descarga nos vasos sanitários ou para uso não potável, como lavagem de calçadas e áreas externas.

Além disso, essa lei também propõe a todos os projetos e construções de prédios públicos, ou estabelecimentos construídos com recursos públicos, a instalação de coletores, caixa de armazenamento e distribuidores para água de chuva e águas servidas, como também o combate ao desperdício “através de campanhas educativas, abordagem do tema nas aulas ministradas nas escolas integrantes da Rede Pública Estadual de Ensino e palestras dirigidas aos servidores públicos que trabalham ou trabalharão em novas edificações”.

3.3. Ações para o uso racional da água

De acordo com Oliveira e Gonçalves (1999), os tipos de ações no âmbito do uso racional da água que podem ser implantadas são:

- Ações econômicas – incentivos e desincentivos econômicos. [...]
- Ações sociais – campanhas educativas e de conscientização dos usuários [...]

- Ações tecnológicas – substituição de sistemas e componentes convencionais por economizadores de água, implantação de sistemas de medição setorizada do consumo de água, detecção e correção de vazamentos [...]

3.4. Experiências de Uso Racional da Água em Edifícios Públicos

Atualmente, diversos incentivos têm sido feitos quanto a aplicação de alternativas sustentáveis, causando uma mudança relevante na demanda de água.

Com o crescimento populacional, o poder público precisa oferecer infraestrutura e serviços que garantam o funcionamento do sistema urbano, com qualidade de vida para a população. (TELLES e COSTA, 2010)

Reduzir o consumo de água em seus próprios prédios é o primeiro passo para diminuir a demanda e conscientizar a população quanto ao que deve ser feito para minimizar os impactos da crise hídrica.

De acordo com informações obtidas da Sabesp, várias instituições públicas já se utilizam de técnicas de uso racional da água, como citado a seguir.

Em 1997, na Escola Estadual Fernão Dias Paes foram implantadas as seguintes ações: detecção e conserto de vazamentos visíveis e não visíveis na rede externa, reservatórios e instalações hidráulicas e prediais; troca de equipamentos convencionais por outros economizadores de água; campanha educacional. Essas ações acarretaram em uma redução de 3.910 m³/mês, equivalente a uma economia de 94% do consumo de água, que passou de 4.160 m³/mês para 250 m³/mês. O retorno do investimento foi de 5 dias.

Também em 1997, a Escola Estadual Toufic Jouliam implantou as ações a seguir: Detecção e conserto de vazamentos visíveis e não visíveis na rede externa, reservatórios e instalações hidráulicas e prediais; campanha educacional. A implantação teve duração de 2 meses e proporcionou uma redução no consumo de 1.572 m³/mês para 352 m³/mês, reduzindo em 78% o consumo, com um tempo de retorno do investimento de 7 dias.

Redução mensal: 1.220 m³/mês (78%) Retorno do investimento: 7 dias

Além destas instituições, entre os anos de 2004 e 2005, 50 Escolas Estaduais da Região Metropolitana de São Paulo adotaram serviços de intervenção de engenharia hidráulica e sanitária e ações educacionais, como listado a seguir:

- Serviços de intervenção de engenharia hidráulica e sanitária;
- Diagnóstico das instalações prediais;
- Caracterização de hábitos e vícios de desperdício;
- Pesquisa e correção de vazamentos na rede externa, reservatórios e pontos de consumo;
- Substituição de equipamentos convencionais por econômicos;
- Análises microbiológicas, físico-químicas e ambientais das cozinhas e alimentos e análises microbiológicas e físico-químicas dos reservatórios.

Ações educacionais:

- Curso virtual disponibilizado através da Internet;
- Curso presencial de pesquisa de vazamento e gerenciamento do consumo para Controladores e Equipe de Manutenção;
- Curso de controle higiênico-sanitário para manipuladores de alimentos.

Estas ações acarretaram numa mudança no consumo de 31.126 m³/mês para 18.895 m³/mês, reduzindo assim 12.231 m³/mês (17%). O tempo de retorno do investimento foi de 4 meses.

A Universidade de São Paulo/ USP também adotou medidas de uso racional da água, primeiramente em 1999 em 34 unidades no Campus Cidade Universitária, através de: detecção e conserto de vazamentos visíveis e não visíveis na rede externa, reservatórios e instalações hidráulicas e prediais; troca de equipamentos convencionais por outros economizadores de água (3.900 pontos); campanha educacional; estudo para reaproveitamento de água dos destiladores. O tempo para a implantação foi de 3 anos, e, no total, o consumo foi reduzido de 142.247 m³/mês para 105.377 m³/mês, reduzindo-se então 36.870 m³/mês (26%). O investimento teve retorno após 6 meses.

Já em 2002, a USP implantou alternativas que incluíam: Detecção e conserto de vazamentos visíveis e não visíveis na rede externa, reservatórios e instalações hidráulicas e prediais; troca de equipamentos convencionais por outros economizadores de água (3.900 pontos); campanha educacional; estudo para reaproveitamento de água dos destiladores. Foram 12 meses para implantação das medidas, e, ao fim deste processo, o consumo passou de 15.083 m³/mês para 9.449 m³/mês, reduzindo assim 5.634 m³/mês, equivalente a um abatimento de 37%. O investimento teve retorno após 8 meses.

A tabela 1 apresenta o resumo das principais ações estruturadas de alguns dos programas. Percebe-se que a correção de vazamentos é uma das ações que mais gera resultados quanto à redução do consumo. Porém, a substituição de equipamentos convencionais por economizadores de água, ação tecnológica para consumo de água, é uma solução acessível aos usuários, pelo fato de não necessitar da ação dos usuários ou de sua disposição quando a mudança de hábitos.

Tabela 1- Exemplos de Programas de Uso Racional da água implementados em edificações. Fonte: (OLIVEIRA; GONÇALVES.1999 e BRASIL et. al.,2005 apud DREHER, 2008)

Programa	Principais Ações	Redução do Consumo	Economia Mensal	Retorno Investimento
PURA EE – E.E.P.S.G. Fernão Dias Paes em SP ⁽¹⁾	<i>correção de vazamentos</i>	94%	R\$ 37.409,60	3 dias
	<i>substituição de equipamentos</i>	9%	R\$ 199,76	15 meses
		95%	-	4 dias
PURA Incor - Instituto do Coração ⁽¹⁾	<i>correção de vazamentos</i>	28,4%	R\$ 39.352,72	27 dias
	<i>substituição de equipamentos</i>	15,3%	R\$ 18.278,04	86 dias
		39,3%	-	48 dias
PURA USP ⁽²⁾	<i>diversas fases entre: medições setorizadas campanhas educativas correção de vazamentos substituição de equipamentos</i>	24%	R\$ 240.000,00	-
PURA CEAGESP - Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de SP ⁽²⁾	<i>correção de vazamentos</i>	-	-	-
	<i>substituição de equipamentos</i>	-	-	-
		32%	R\$ 238.000,00.	26 dias
Shopping Center em São Paulo ⁽²⁾	Substituição de Bacias Sanitárias (6 Lpf)	20%	-	3 meses

3.5. Consumo de água estimado do Centro de Tecnologia

Uma pesquisa anterior feita no Centro de Tecnologia estimou os valores de consumo de água deste Centro através de equações matemáticas recomendadas por diversos autores, devido à falta de medidores de água.

3.5.1. Cálculo do consumo em função da edificação

Para este cálculo, foi considerado o Centro de Tecnologia da UFPB na categoria de escola, e, sendo assim, o consumo é calculado da seguinte forma:

$$Consumo_{escola} = q \times \text{número de alunos} \quad (1)$$

Onde: q = consumo diário per capita

3.5.2. Cálculo por BERENHAUSER E PULICI (1983, APUD TSUTIYA, 2006)

Neste método de cálculo, o consumo é estimado através de pesquisa em algumas atividades comerciais. Para isto, é utilizada a seguinte expressão para cálculo do consumo em escolas de 1º e 2º grau:

$$Cm = 0,05 * AC + 0,1 * NV + 0,7 * NF + 20 \quad (2)$$

Onde:

Cm: Consumo mensal de água em m³;

AC: Área construída;

NV: Número de vagas de estacionamento;

NF: Número de funcionários do Centro.

3.5.3. Cálculo do consumo utilizando o modelo para previsão de consumo da SABESP e IPT (TSUTIYA, 2006)

Este modelo, desenvolvido pela SABESP (Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo) juntamente com o IPT (Instituto de Pesquisa e Tecnologia), com o objetivo de estimar o consumo de água em grandes consumidores e diminuir os erros de medição provindos dos hidrômetros.

O consumo mensal médio para escolas de 1º e 2º graus é dado pela equação 3.

$$Cm = -28,1 + 0,0191 * AT + 2,85 * NB + 4,37 * NDC + 0,43 * VP + 1,05 * NF \quad (3)$$

Onde:

Cm: Consumo mensal médio de água em m³/mês;

AT: Área construída;

NB: Número de bacias sanitárias;

NDC: Número de duchas/chuveiros;

VP: Volume das piscinas;

NF: Número de funcionários do Centro.

3.5.4. Faculdades com menos de 100 bacias (m³/mês)

$$C_m = 34,7 + 0,168 * AJ + 0,724 * VE + 0,0246 * VO + 2,06 * NB + 0,368 * NF \quad (4)$$

Onde: C_m : consumo mensal de água em m³,

AJ: área de jardim;

VE: número de vagas de estacionamento;

VO: número de vagas oferecidas,

NB: número de bacias;

NF: número de funcionários.

3.5.5. Escolas de nível superior

$$C_m = 0,03 * AC + 0,7 * NF + 0,8 * NBS + 50 \quad (5)$$

Onde: C_m : consumo mensal de água em m³,

AC: área construída em m²;

NF: número de funcionários;

NBS: número de bacias sanitárias.

Por fim, foram obtidos os valores indicados no Quadro 1.

Quadro 1 - Valores estimados de consumo de água do Centro de Tecnologia da UFPB.

Fonte: FREITAS, 2013

Método de cálculo	Consumo
Consumo em função da edificação	4,813 m ³ /mês
Cálculo por BERENHAUSER E PULICI (1983, apud TSUTIYA, 2006)	1.258,5725 m ³ /mês
Modelo para previsão de consumo da SABESP e IPT (TSUTIYA, 2006)	990, 129 m ³ /mês
Faculdades com menos de 100 bacias (m ³ /mês)	3.211,303 m ³ /mês
Escolas de nível superior	922,983 m ³ /mês

4. METODOLOGIA

4.1. Análise de estudos anteriores

Inicialmente, foi feita uma revisão de literatura abordando outros estudos de uso racional da água em edificações públicas, com a finalidade de se ter uma noção básica de quais fatores contribuem no desperdício de água e quais as medidas seriam eficientes para combatê-los.

4.2. Caso de Estudo

O presente estudo foi realizado no Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba, localizado na cidade de João Pessoa.

O Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba conta com uma área construída de aproximadamente 17.249,45 m², incluindo diversos blocos de salas de aula, coordenações e departamentos, e laboratórios, juntamente com uma área verde de 15.765 m².



Figura 4- Centro de Tecnologia da UFPB. Fonte: Google Earth

4.3. Levantamento de dados

O levantamento de dados de professores, servidores, alunos de graduação e pós-graduação foi colhido por Freitas (2013), no próprio centro, cujos dados podem ser visualizados da Tabela 2.

Tabela 2 - Quantificação Populacional do Centro de Tecnologia. Fonte: Freitas, 2013.

Categoria	Quantidade
Professores	193
Servidores	212
Alunos Engenharia Civil	518
Alunos Engenharia Química	220
Alunos Engenharia de Materiais	233
Alunos Engenharia de Produção	96
Alunos Engenharia Ambiental	235
Alunos Engenharia Elétrica	223
Alunos Química Industrial	169
Alunos Arquitetura e Urbanismo	396
Alunos Engenharia de Alimentos	367
Alunos Engenharia de Produção Mecânica	471
Alunos Pós-graduação Arquitetura	31
Alunos Pós-graduação Eng. De Produção	66
Alunos Pós-graduação Eng. De Mecânica	120
Alunos Pós-graduação Eng. De Alimentos	64
Total da Comunidade	3.614

O número de bacias sanitárias, pias e mictórios foi obtido através de contagem e pode ser visualizado na Tabela 3.

Tabela 3- Quantidade de bacias sanitárias, mictórios, pias e chuveiros. Fonte: Autora.

Categoria	Quantidade
Bacias Sanitárias	91
Mictórios	42
Pias	86
Chuveiros	1

4.4. Diagnóstico das instalações hidro-sanitárias

É de suma importância que seja feito um diagnóstico das instalações hidrossanitárias do CT, de modo a identificar as condições dos aparelhos e a presença ou não de vazamentos, que são grandes causadores de desperdício de água.

Nesta etapa, houve a visita de todos os banheiros do CT, com a finalidade de verificar as condições dos mesmos, incluindo a presença de vazamentos, funcionamento e estado de conservação dos aparelhos sanitários. Para isso, foi utilizado um check list elaborado pela Autora que está apresentado no Anexo I.

4.4.1. Detecção e estimativa dos vazamentos

A detecção de vazamentos é uma das medidas mais importantes para reduzir o desperdício de água, pois estes são causadores de grande perda de água. A quantidade de água perdida através de vazamentos pode ser estimada através da utilização da Tabela 4.

Tabela 4- Estimativa de perda de água por equipamento hidráulico-sanitário.

TORNEIRAS	
Intensidade do vazamento	Perda diária
Gotejamento lento	10 L
Gotejamento Médio	20 L
Gotejamento Rápido	32 L
Gotejamento Muito Rápido	Maior que 32 L
Gotejamento com filete de 2 mm	136 L
Gotejamento com filete de 4 mm	442 L
Vazamento no flexível	0,86 L

MICTÓRIOS	
Intensidade do vazamento	Perda diária
Filetes visíveis	144 L
Vazamento no flexível	0,86 L
Vazamento no registro	0,86 L

Fonte: Sabesp

BACIAS SANITÁRIAS	
Intensidade do vazamento	Perda diária

Gotejamento Lento	144 L
Gotejamento Rápido	432 L
Choro Contínuo	720 L

Fonte: CEARÁ, 2003

Se faz necessária a determinação dos possíveis vazamentos presentes de modo a contê-los em seguida. A detecção dos vazamentos foi realizada como citado a seguir:

a) Vasos Sanitários:

Foi utilizado o teste do pó de café recomendado pela Cagepa: Joga-se um pouco de pó de café dentro do vaso sanitário. O pó deve ficar depositado no fundo do vaso, se não, indica que há vazamento na válvula ou na caixa de descarga do vaso sanitário.

b) Torneiras e mictórios:

Os vazamentos em torneiras e mictórios foram detectados através da observação, analisando a presença de gotejamento ou manchas nos aparelhos.

4.5. Identificação e avaliação dos usos da água

Foi feita uma caracterização de hábitos através de conversas informais e da observação dos hábitos e rotinas dos usuários que frequentam o local, analisando os usos nos ambientes sanitários, na limpeza, na jardinagem e em alguns dos laboratórios (aqueles considerados como sendo os que mais consomem água na sua rotina).

Essa caracterização permite a avaliação da presença ou não do mau uso deste recurso e permite ainda a estimativa de consumo de água do CT.

4.6. Estimativa do consumo de água

Como não há medidores de consumo no Centro de Tecnologia, não são conhecidos os valores consumidos de água local. Portanto, para obter estes valores, faz-se necessário o uso de métodos de cálculo de consumo ou uma estimativa através dos usos da água, que propiciem uma aproximação satisfatória.

4.7. Seleção de alternativas de uso racional da água

Por fim, com base na revisão de literatura realizada e nas etapas anteriores, foram selecionadas algumas alternativas para o uso racional da água que possam ser implantadas, incluindo ações educativas e tecnológicas que melhor se adequem ao Centro de Tecnologia, reduzindo o consumo no local.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1. Caracterização dos Banheiros

Foram selecionados os banheiros de uso público do Centro de Tecnologia, ou seja, aqueles que não são estão no interior de salas ou laboratórios.

Obteve-se um total de 40 banheiros, como mostrado na Tabela 5, porém, só foi possível a visita de 38 banheiros, pois 2 banheiros do Bloco F se encontravam fechados.

Tabela 5 - Quantidade de banheiros no Centro de Tecnologia.

Bloco	Quantidade de Banheiros		
	Masculino	Feminino	Total
Administração	1	1	2
Multimídia	2	2	4
Bloco F	2	2	4
Bloco H	1	1	2
Bloco E	1	1	2
Bloco D	1	1	2
Ambiente de professores	2	2	4
LABEME	2	2	4
Bloco da Biblioteca	2	2	4
Blocos KLM	3	3	6
Bloco A	1	1	2
Bloco J	3	3	6
Total	20	20	40

Foram observados quais os pontos de consumo de água nos banheiros, assim como suas características, conforme o Quadro 2. A Tabela 6 indica as quantidades de cada um desses pontos.

Quadro 2 - Legenda dos pontos de consumo.

Legenda	
TM	Torneira de fechamento manual
TFA	Torneira de fechamento automático (com botão temporizador)
TA	Torneira de acionamento automático (com sensor)
VD	Bacia sanitária com válvula de descarga
CA	Bacia sanitária com caixa acoplada

Tabela 6 - Resumo dos pontos de consumo

Torneira			Bacia sanitária		Mictórios
TM	TFA	TA	VD	CA	
81	5	0	11	80	42
Total					219

Como se pode observar, a maioria dos equipamentos do Centro de Tecnologia é do tipo convencional. Grande parte das torneiras é do tipo manual sem arejador, sendo raras aquelas com fechamento automático. As bacias sanitárias não possuem sistema de descarga reduzido.

Com as visitas, percebeu-se a presença de aparelhos sanitários com vazamentos visíveis, possivelmente devido à falta de manutenção.

A Figura 5, 6 e 7 mostram alguns dos pontos de vazamento identificados nos banheiros.



(a)



(b)

Figura 5- Vazamento nos banheiros do CT: Vazamento em bacia sanitária (a) e (b) Fonte: Autora.

A estimativa dos vazamentos realizada encontra-se no tópicos 5.1.1





Figura 6- Vazamentos em torneiras do CT: Vazamento no flexível de torneira manual (a), (b) e (c), vazamento em torneira manual através de gotejamento lento (d.) Fonte: Autora.



Figura 7- Mictórios com vazamento (a), (b). Fonte: Autora.

A bacia sanitária na qual se observou a maior quantidade de vazamento, caracterizando um choro contínuo, está localizada no banheiro feminino do térreo do bloco CTJ.

O mictório e torneira com maiores vazamentos estão localizados nos banheiros masculino do primeiro andar do bloco de Multimídia e no masculino do bloco de Administração, respectivamente.

5.1.1. Detecção e estimativa dos vazamentos

Através das visitas aos banheiros do Centro de Tecnologia, foi preenchido o check list presente no Apêndice A deste trabalho. Foram detectados diversos vazamentos nos banheiros do CT, como demonstram as tabelas e gráficos a seguir:

Tabela 7 - Quantificação de torneiras com vazamento no CT.

Vazamento nas torneiras do CT	
Gotejamento lento	21
Gotejamento médio	1
Vazamento no flexível	34
Sem vazamento	30
Total de torneiras	86

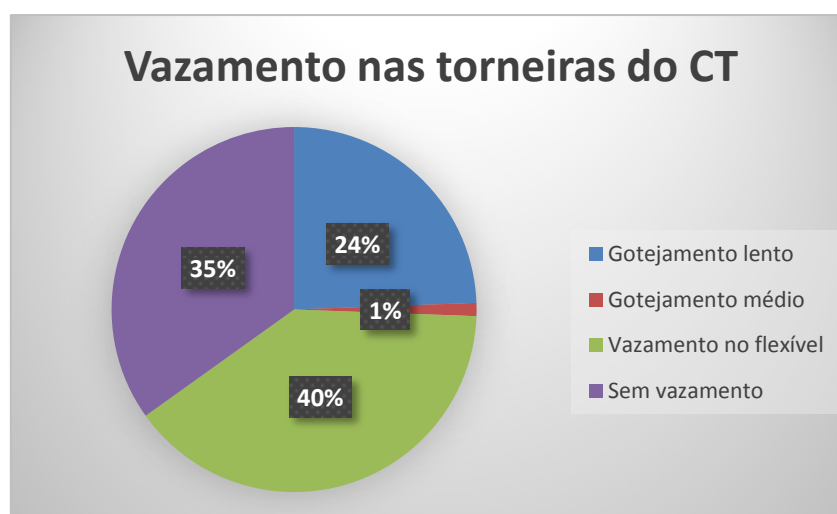
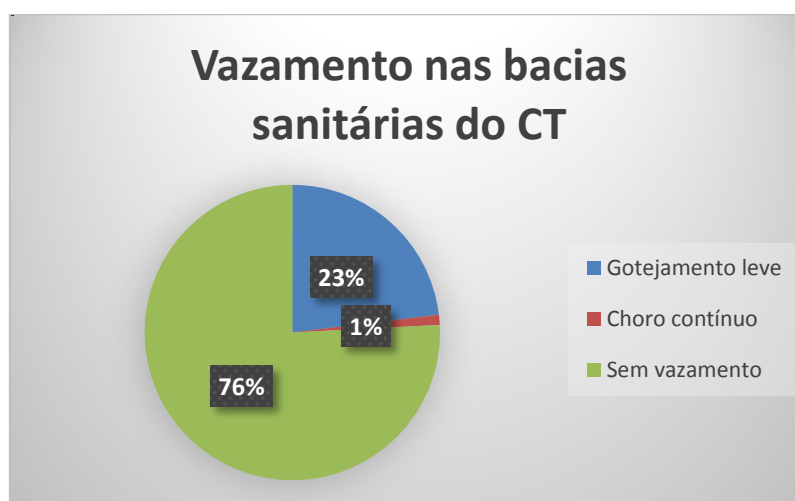


Figura 8– Vazamento nas torneiras do CT.

Percebeu-se que há uma grande quantidade de torneiras com vazamento (65% do total de torneiras), principalmente com vazamento no flexível (mangueira interna que liga o cano à ponta da torneira) demonstrando a necessidade de controle destes vazamentos para diminuir os desperdícios de água.

Tabela 8 - Quantificação de bacias sanitárias com vazamento.

Bacias sanitárias	
Gotejamento leve	21
Choro contínuo	1
Sem vazamento	69
Total	91

**Figura 9 – Vazamento nas bacias sanitárias do CT.**

Já nas bacias sanitárias, não foram encontrados, proporcionalmente, tantos vazamentos quanto nas torneiras, porém, a quantidade de água perdida causada por estes pontos gera um grande desperdício, como é possível observar na Tabela 10.

Quanto aos mictórios, foram perceptíveis vazamentos em pouco menos da metade dos aparelhos, como pode-se observar na Tabela 9 e Figura 10.

Tabela 9- Quantificação de mictórios com vazamento.

Mictórios	
Filetes visíveis	12
Vazamento no flexível	2
Vazamento no registro	1
Sem vazamento	27
Total	42

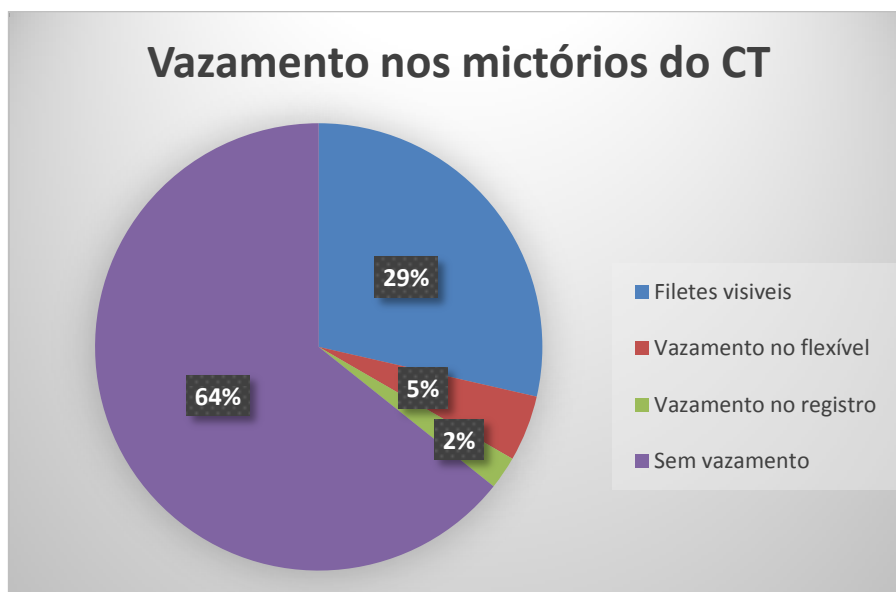


Figura 10 – Vazamento nos mictórios do CT.

Utilizando a tabela 4 citada anteriormente, foi possível estimar as perdas através dos vazamentos destes pontos de consumo, como segue na Tabelas 10.

Tabela 10 – Estimativa de vazamento nas torneiras, bacias sanitárias e mictórios. Fonte: Autora.

Torneiras	
Vazamento diário (L/dia)	259,24
Vazamento mensal (L/mês)	7777,2
Bacias sanitárias	
Vazamento diário (L/dia)	3744
Vazamento mensal (L/mês)	112320
Mictórios	
Vazamento diário (L/dia)	1730,58
Vazamento mensal (L/mês)	51917,4

Portanto, estima-se que ocorra um total de 172.014,6 litros de água desperdiçadas por mês devido aos vazamentos nestes pontos de consumo, percebendo-se a necessidade de controle destes vazamentos, seja por manutenção ou substituição destes aparelhos. É importante frisar que os vazamentos não ocorrem apenas em torneiras, bacias sanitárias e mictórios, uma vez que é possível que haja perda de água através das tubulações de distribuição.

Através de consulta à Estrutura Tarifária da CAGEPA, foi calculado o custo mensal equivalente a essa perda de água por vazamentos, obtendo-se um valor de

R\$1.917,97, uma vez que, para um consumo acima de 10 m³, um local público deve pagar R\$11,15 por m³ de água consumida.

5.1. Estimativa do consumo de água

Como não há medidores de consumo no Centro de Tecnologia, não são conhecidos os valores medidos pela concessionária de água local. Portanto, para obter estes valores, faz-se necessário o uso de métodos de cálculo de consumo ou uma estimativa através dos usos da água, que propiciem uma aproximação satisfatória.

5.1.1. Caracterização dos usos da água

O conhecimento dos usos da água é de extrema importância para realizar a estimativa do consumo. Os principais usos da água identificados no Centro de Tecnologia estão relacionados à limpeza, utilização nos laboratórios, regas de jardim, cantina e banheiros.

Através de observações e conversas informais com servidores deste centro, foi possível estimar seu consumo de água, porém de forma pouco precisa devido à imprecisão dos dados.

5.1.1.1 Limpeza

Segundo os funcionários, a limpeza dos blocos do CT ocorre numa frequência de aproximadamente 3 dias por semana, com exceção dos banheiros que são lavados diariamente. São utilizados em torno de 10 baldes de 10 litros cada para cada bloco.

5.1.1.2. Laboratórios

Foram selecionados alguns dos laboratórios do Centro de Tecnologia para fazer a estimativa do consumo de água. Foi utilizado o critério de maior consumo provável de água, sendo escolhidos os laboratórios a seguir:

- a) Laboratório de Saneamento

Segundo informação de funcionários, não há como estimar a quantidade de água utilizada na limpeza dos equipamentos, pois depende da utilização dos materiais a cada dia, sendo assim o gasto de água neste aspecto é bastante variável e difícil de ser estimado. Neste laboratório são utilizados dois galões de 20 L de água, sendo que a cada litro destes galões são destilados com 20 L advindos da rede de abastecimento do CT. Portanto, gasta-se aproximadamente 800 L de água por semana apenas com a destilação.

b) Laboratório de Ensaaios de Materiais e Estruturas - LABEME

De todos os laboratórios visitados, o que mais se encontrou dificuldade em estimar a quantidade de água consumida foi o Laboratório de Ensaaios de Materiais e Estruturas, devido à grande rotatividade dos ensaios, que são realizados por pessoas diversas. Segundo um dos funcionários do local, um valor base do consumo deste laboratório seria de aproximadamente 2000 L por dia.

c) Laboratório de Eficiência Energética e Hidráulica em Saneamento - LENHS

O Laboratório de Eficiência Energética e Hidráulica em Saneamento possui um sistema fechado de água, no qual a água que é utilizada no laboratório volta para ser utilizada novamente pelo mesmo sistema.

d) Laboratório de Engenharia de Alimentos – LEA

Semelhante ao Laboratório de Saneamento, não há como estimar a quantidade de água utilizada para limpeza dos equipamentos, pois depende da utilização destes em determinado período. O que se pode estimar é o consumo de água pelo destilador, que produz 4 L/hora de água destilada com consumo de 54 L/hora de água devido a refrigeração. O tempo que o destilador permanece ligado depende dos ensaios que serão realizados, e, portanto, adotou-se uma média de funcionamento de 4 horas por dia, duas vezes por semana.

e) Laboratório de Tecnologia de Alimentos – LTA

Neste laboratório são utilizados 2 destiladores semelhantes aos do Laboratório de Engenharia de Alimentos, que permanecem em funcionamento durante um período de 2 horas por dia.

f) Laboratório de Cachaça

O consumo aproximado de água deste laboratório inclui o uso de 1 destilador que funciona aproximadamente 2 vezes por mês, utilizando a torneira durante uma hora por cada uso. O técnico do laboratório informou a intensidade de abertura da torneira e foi medido o tempo para encher um béquer de 600 ml.

A estimativa do consumo dos laboratórios segue na Tabela 11, considerando 23 dias úteis no mês e um total de 65 laboratórios.

Tabela 11- Estimativa de consumo de água dos laboratórios do CT.

Uso	C (L/mês)
Laboratório de Saneamento	3.600
LABEME	46.000
Laboratório de Engenharia de Alimentos	2.160
Laboratório de Tecnologia de Alimentos	4.968
Laboratório de Cachaça	60.957,06
Média	23.537,01
Estimativa de consumo dos laboratórios	1.529.906

5.1.1.3. Rega de jardins

Para a rega de jardins, o consumo de água varia de acordo com as condições do tempo de cada dia, ou seja, se há ocorrência ou não de precipitações, por isso se torna difícil estimar um tempo médio fixo no qual a torneira permanece aberta. Foi considerado um tempo de rega médio de 4 horas por dia, com uma vazão de 0,2 L/s.

5.1.1.4. Cantina

O consumo da cantina foi estimado utilizando o valor em litros/empregado/dia utilizado por Dziegielewski (Anexo II), adotando o valor de 500 L/empregado/dia.

Os valores estimados de consumo podem ser observados na Tabela 12.

Tabela 12 - Estimativa do consumo da rega de jardim, laboratórios, limpeza e cantina.

Uso	C (L/mês)
Rega de jardins	1104
Limpeza	19.500
Laboratórios	1.529.906
Cantina	1.500
Total	1.552.009,718

*considerando 23 dias úteis no mês

Vale ressaltar que a estimativa realizada servirá apenas como noção de consumo, pois, como informado pelos técnicos, o consumo de água depende do tipo e da quantidade de ensaios que estão sendo realizados nos laboratórios, variando de acordo com a respectiva demanda.

Constatou-se que o valor estimado da perda de água através dos vazamentos nos aparelhos sanitários dos banheiros do CT representa 11,08% do valor estimado para o consumo. É importante notar que essa perda não foi analisada na rede de abastecimento, nos laboratórios, nem nos bebedouros, e, por isso, é provável que essa porcentagem atinja um valor real mais elevado.

5.2. Soluções para a conservação e uso racional da água

De acordo com a caracterização e estimativa realizadas, foram selecionadas algumas alternativas possíveis de serem implantadas no Centro de Tecnologia, considerando ações sociais e tecnológicas.

5.2.1. Campanhas educativas e de conscientização

É importante que sejam tomadas medidas quanto à conscientização dos usuários no âmbito do uso racional da água. O intuito é estimular a economia através da abordagem do porquê se deve utilizar corretamente a água, evitando seu desperdício.

As campanhas de conscientização ou de sensibilização abrangem a realização de palestras, distribuição de folhetos e colocação de cartazes nos diversos ambientes do centro, uma vez que não foi observado nada que mencione a conscientização quanto ao uso racional da água. Estas devem ser de linguagem fácil, para que atinjam a todos os públicos que frequentam o local.

Já as campanhas educativas se referem à ações dirigidas aos usuários que trabalham na edificação, como funcionários da limpeza, das cantinas e da jardinagem. Para isso, recomenda-se a realização de palestras conduzidas por profissionais especializados na área que abordem os hábitos adequados para realização das atividades consumidoras de água.

Entre os principais pontos abordados nestas campanhas de conscientização e educativas estão dados que demonstram as diversas formas de desperdício de água, seja por vazamentos, uso excessivo e abusivo dos usuários ou mesmo despreocupação e falta de conscientização dos mesmos.

5.2.2. Implantação de micromedidores

A implantação de micromedição no Centro de Tecnologia é de extrema importância para a finalidade de se conhecer o valor do consumo de água deste centro. A falta destes aparelhos impede que ocorra um estudo preciso que aborde sobre o uso racional da água, pois não há como se obter uma estimativa adequada do consumo de água devido à grande rotatividade de pesquisas nos laboratórios, à relação da rega de jardim com a precipitação momentânea e a imprecisão da quantidade de água utilizada para limpeza.

A falta destes aparelhos também prejudicaria a efetividade de avaliações futuras caso fossem implantadas ações de uso racional da água, uma vez que só seria possível analisar o retorno dessas ações se houvesse um monitoramento preciso do consumo.

5.2.3. Soluções para o controle de vazamentos

Devem ser tomadas medidas quanto aos aparelhos com seus componentes danificados. Se os aparelhos não puderem ser substituídos integralmente, recomenda-se o conserto ou a troca dos componentes danificados (vedantes de torneiras, engates flexíveis, registros, etc), bem como a regulagem de todos os componentes dos aparelhos, como por exemplo das válvulas, evitando assim quaisquer tipos de vazamentos advindos dos aparelhos sanitários.

Como demonstram as experiências anteriores de uso racional da água em edificações públicas, o controle de vazamentos é uma das medidas mais eficazes quanto a redução dos desperdícios de água, já que é responsável por grande parte das perdas que ocorrem no sistema.

Uma vez que se provou eficiente e necessária a correção de vazamentos, uma solução que ocasionaria não só o controle destes vazamentos, como também reduziria ainda mais o consumo de água dos aparelhos seria a substituição destes por aparelhos economizadores de água. A listagem de alguns destes aparelhos pode ser encontrada no Apêndice B deste trabalho.

A adição de dispositivos economizadores (Apêndice C) não foi considerada uma boa solução, pois, apesar de minimizar o consumo de água, não impediria os vazamentos nos aparelhos.

5.2.4. Aproveitamento de água de chuva e reuso de água

Outra alternativa para o Centro de Tecnologia seria o reuso das águas cinzas e o aproveitamento das águas pluviais para fins não potáveis, substituindo a quantidade de água potável consumida para estes fins.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A grande importância da água e sua atual crise demonstram a necessidade de se preservar esse bem, principalmente devido ao mau uso que se tem feito nas últimas décadas, marcado pelos desperdícios e poluição dos mananciais, principalmente aqueles próximos aos grandes centros urbanos. Com isso, a preocupação acerca da qualidade e

quantidade de água para as gerações futuras traz a necessidade de novos estudos e ações no âmbito do uso racional da água.

Diversas ações podem ser realizadas no âmbito do uso racional da água, como por exemplo a substituição de sistemas e componentes convencionais por economizadores de água, implantação de sistemas de medição setorizada do consumo de água, detecção e correção de vazamentos, campanhas educativas e de conscientização, etc.

Nas edificações públicas, constatou-se que a medida de correção de vazamentos se mostrou bastante eficiente para redução do consumo de água, uma vez que estes são causadores da grande maioria das perdas que ocorrem no sistema. Além dessa medida, a substituição de aparelhos convencionais por economizadores de água e/ou adição de dispositivos economizadores também se mostra uma boa alternativa, principalmente abordando o caso do Centro de Tecnologia, que possui aparelhos antigos e tradicionais, utilizando mais água do que o necessário para o uso.

Foi constatado um alto índice de vazamentos por parte dos banheiros deste centro, estimando-se em aproximadamente 172 m³ por mês, representando um gasto de R\$1.917,97 de consumo de água pela CAGEPA, mostrando a necessidade de correção destes vazamentos a fim de minimizar os desperdícios. Acredita-se que esta quantidade de perdas seja devido às condições dos aparelhos do centro, que carecem de manutenção ou substituição.

Obteve-se uma caracterização preliminar dos usos da água neste centro, e conseqüentemente, uma estimativa do consumo de água potável pôde ser feita. Porém, essa estimativa não foi considerada próxima da realidade, uma vez que diversos fatores influenciam no consumo de água nos laboratórios (pois depende de quantos ensaios estão sendo realizados em determinado período, do tipo de ensaio que se realiza e do material necessário para tal, e, portanto, variando bastante dependendo da demanda de água momentânea) e nos jardins (por depender das condições climáticas e da situação da área verde do Centro de Tecnologia), impossibilitando uma estimativa mais precisa do consumo.

Constatou-se que o valor estimado da perda de água através dos vazamentos nos aparelhos sanitários dos banheiros do CT representa 11,08% do valor estimado para o consumo. É importante notar que essa perda não foi analisada na rede de abastecimento,

nos laboratórios, nem nos bebedouros, e, por isso, é provável que essa porcentagem atinja um valor real mais elevado.

Entre as soluções apresentadas, estão a implantação de micromedidores, de modo a conhecer o consumo real de água no CT e, conseqüentemente, proporcionar pesquisas mais precisas e sua posterior análise de eficiência, a correção de vazamentos, seja por manutenção ou substituição de aparelhos (e, neste caso, já poderia ser feita a troca por aparelhos economizadores de água), campanhas de conscientização e educativas, substituição dos aparelhos por economizadores de água e aproveitamento e reuso de água. A correção de vazamentos através da substituição dos aparelhos atuais por aparelhos economizadores de água se mostrou uma solução mais efetiva, uma vez que extinguirá os vazamentos e ainda reduzirá o consumo de água.

Recomenda-se a realização de estudos mais aprofundados para o Centro de Tecnologia no âmbito da conservação e uso racional da água, com a finalidade de contribuir com o conhecimento do consumo no local, das condições da rede de distribuição de água, da viabilidade de implantação de medidas não convencionais como aproveitamento da água de chuva e reuso de água, etc.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CRACIUN, G. P. **Conservação e Uso Racional da Água nos Sistemas Prediais: Efetividade do Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (Produtos Economizadores de Água)**. Universidade Federal da Bahia. Salvador, p. 94. 2007.
- CAGEPA. Disponível em: <<http://www.cagepa.pb.gov.br>>. Acesso em 22 novembro. 2016
- DECA. Disponível em: <<http://www.deca.com.br>>. Acesso em 21 agosto. 2016
- DOCOL. Disponível em: <<http://www.docol.com.br>>. Acesso em 21 agosto. 2016
- DREHER, V.L.P. **Possíveis soluções para o uso racional da água na edificação da Câmara Municipal de Porto Alegre**. 2008. 102 f. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- DZIEGIELEWSKI, Benedykt, OPITZ, Eva M., KIEFER, Jack C., BAUMANN, Duane D. **Evaluation Urban Water Conservation Programs: a Procedures Manual**. Denver: AWWA, 1993. 238 p. ISBN 0-89867-676-2.
- FREITAS, Faynara. **Uso racional da água no Centro de Tecnologia**. Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa. 2013.
- GONÇALVES, Ricardo Franci (Coord.). **Uso racional de água em edificações**. Rio de Janeiro: ABES, 2006. v.5. 352 p. (Projeto PROSAB, Edital 4). Título secundário: Tecnologias de segregação e tratamento de esgotos domésticos na origem, visando à redução do consumo de água e da infra-estrutura de coleta, especificamente nas periferias urbanas. ISBN 85-7022-154-1.
- MMA. Secretaria de Recursos Hídricos. **Plano Nacional de Recursos Hídricos: síntese executiva - português**. Brasília, 2006. 135 p.
- OLIVEIRA, Lúcia Helena de. **Metodologia para implantação de programa de uso racional da água em edifícios**. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999. 344 p.
- SILVA, G. S.; TAMAKI, H. O.; GONÇALVES, O. M. **Implantação de Programas de Uso Racional da Água em Campi universitários**. Universidade de São Paulo. São Paulo. 2004.
- TELLES, D. D.; COSTA, R. P. **Reúso da água: Conceitos, teorias e práticas**. 2ª. ed. São Paulo: Blucher, 2010.

TOMAZ, P. **Economia de Água Para Empresas e Residências:** Um Estudo Atualizado Sobre o Uso Racional da Água. 2ª. ed. São Paulo: Navegar, 2001.

TUNDISI, José Galizia. **Água no século XXI:** enfrentando a escassez. São Carlos, São Paulo: Rima/IIE (Instituto Internacional de Ecologia), 2003. 248 p.

UNESCO – United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. **Water for people, water for life.** Executive Summary of the UN World Water Development Report. Paris, UNESCO-WWAP, 2003. 34 p.

8. ANEXO

Anexo I

Estimativa por empregado do uso da água nas categorias comercial e institucional

SIC	Categoria Comercial e Institucional	Faixa	
		Litros/empregado./dia	
90	Administração Pública	313	525
61	Agencias de crédito	394	440
739	Agencias de negócios	401	463
70	Autos e Motos	703	1083
60	Bancos	170	222
801	Consultoria em geral	897	1346
821	Escolas	740	905
829	Escolas e Serv. educacionais	615	682
806	Hospitais	249	269
653	Imobiliária	450	631
54	Loja de comida	418	496
53	Lojas de produtos gerais	134	136
508	Maquinários	68	244
514	Mercadinho	507	564
79	Recreação e diversão	1707	1843
58	Restaurante, bar, lanchonete	457	772
805	Serviços de Enfermaria	674	1439
421	Transporte e armazenamento	228	248
822	Universidades	477	519

Fonte: Dziegielewski et al, 1993

Apêndice B

Dispositivos economizadores de água

Dispositivos economizadores de água que reduzem a vazão dos equipamentos significativamente. Alguns destes equipamentos são: Arejadores, registros reguladores de vazão e registros restritores de vazão.

a) Registro regulador de vazão

Substituindo os registros convencionais, este registro regulariza a vazão de torneira, misturadores, bidê e outros aparelhos, proporcionando economia de água de até 40% ou até 70% no caso de chuveiros. Podem ser de latão ou de plástico e contém filtro para reter detritos.



Figura 11- Registro regulador de vazão da Docol, ideal para torneiras, misturadores e bidês de água fria.

Fonte: Docol (<https://www.docol.com.br>)

b) Arejadores

O arejador é uma peça acoplada nas torneiras que tem como função misturar ar à água, diminuindo o fluxo, porém, proporcionando a sensação de que um volume maior que o real está saindo da torneira.

Há três modelos de arejadores: autolimpantes, econômicos, e de vazão constante. O autolimpante pode ser utilizado mesmo quando a água contém grande quantidade de impurezas, garantindo um jato de água suave e confortável. É um modelo que pode ser utilizado universalmente e quase não necessita de manutenção.

O arejador econômico ocasiona uma economia de água até 50%. Enquanto o arejador normal gasta 15 litros de água/minuto, a 30 mca, o modelo Econômico reduz esta vazão para cerca de 7,5 litros/minuto, sem perda de conforto.



Figura 12 - Arejador de água da Docol de 8L/min

Fonte: Docol (<https://www.docol.com.br>)

O arejador de vazão constante mantém a vazão da água em 6 litros/minuto independentemente da pressão, garantindo economia de água sem perda de conforto.

A instalação deste dispositivo é feita rosqueando o arejador nos bicos das torneiras. É importante analisar a compatibilidade de cada dispositivo com os aparelhos existentes, para que não venham a ocorrer vazamentos.

c) Restritores de vazão

Os restritores de vazão são pequenos dispositivos com a função de controlar a saída de água em torneiras ou chuveiros, reduzindo a vazão independentemente da pressão, podendo chegar a uma economia de até 85%. Recomendável para pressão mínima de 10 mca.



Figura 13 - Restritor de água da Deca

Fonte: Deca (<https://www.deca.com.br>)

Para instalação deste dispositivo é necessário primeiramente fechar o registro geral. Logo após, deve-se desenroscar a torneira e posicionar o anel na saída de água, entre o cano e a base da torneira.

Apêndice C

Aparelhos de consumo reduzido

Torneira

a) Torneira de acionamento automático

A torneira de acionamento automático possui um sistema de acionamento hidromecânico que libera fluxo de água após o botão ser pressionado e solto, com fechamento automático após determinado tempo.

A linha Pressmatic Ciclo Fixo da Docol (Figura 14) fecha automaticamente aproximadamente 6 segundos após o acionamento, além de possuir um arejador em sua ponta, proporcionando uma economia de até 48% no consumo de água em relação a torneiras comuns. (DOCOL 2016)



Figura 14- Torneira de mesa para lavatório Pressmatic Compact Ciclo Fixo da Docol.

Fonte: Docol (<https://www.docol.com.br>)

b) Torneira com sensor de presença

A fim de evitar o desperdício de água, a torneira com sensor é acionada liberando água apenas no exato momento de utilização.



Figura 15- Torneira Hidrogeradora cilíndrica de mesa para lavatório Decalux

Fonte: Deca (<https://www.deca.com.br>)

A torneira Hidrogeradora Cilíndrica de mesa para lavatório da Deca (Figura 15) possui um sistema eletrônico com hidrogerador com sensor e arejador de vazão constante de 8l/min. Seu sistema eletrônico é capaz de armazenar a energia gerada pela própria força da água, sendo desnecessário ligar na rede elétrica, utilizando pilha unicamente como energia de back-up. Ocorre o desligamento automático após 30 segundos de uso em caso de sensor obstruído. (DECA 2016)

Vaso Sanitário

a) Caixa acoplada com acionamento duo

A caixa acoplada com acionamento duo possui botões distintos para descarga completa e descarga com volume reduzido, reduzindo consideravelmente o gasto desnecessário de água nas descargas.

As caixas acopladas Deca possuem sistema interno acoplado e são de fácil instalação. Sua descarga completa libera 6 litros, e a meia descarga (volume reduzido) libera 3 litros, proporcionando assim uma economia de até 60% no consumo. (DECA 2016)



Figura 16- Caixa acoplada com acionamento duo da Deca.

Fonte: Deca (<https://www.deca.com.br>)

Mictório seco

O mictório seco possui um sistema interno de vedação por membrana evitando que o mau cheiro do esgoto retorne ao ambiente, e, portanto, não necessita da água. A alta durabilidade do seu cartucho proporciona um ciclo de 7.500 utilizações. É um produto antivandalismo, com sifão integrado, fácil instalação e limpeza. (DECA 2006)



Figura 17 - Mictório seco da Deca.

Fonte: Deca (<https://www.deca.com.br>)