



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL
ENGENHARIA AMBIENTAL

LUCAS RAFAEL RAMOS MACHADO

**SIMULAÇÃO DA ECONOMIA DE ÁGUA DECORRENTE DA
SUBSTITUIÇÃO DE APARELHOS CONVENCIONAIS POR
ECONOMIZADORES NO CENTRO DE TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DA PARAÍBA – CAMPUS I.**

João Pessoa - PB

Maio de 2019

LUCAS RAFAEL RAMOS MACHADO

**SIMULAÇÃO DA ECONOMIA DE ÁGUA DECORRENTE DA
SUBSTITUIÇÃO DE APARELHOS CONVENCIONAIS POR
ECONOMIZADORES NO CENTRO DE TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DA PARAÍBA – CAMPUS I.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Engenharia Ambiental da
Universidade Federal da Paraíba, em cumprimento
às exigências para obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof^o. Dr. Gilson Barbosa Athayde
Júnior

João Pessoa - PB

Maio de 2019

M149s Machado, Lucas Rafael Ramos.
SIMULAÇÃO DA ECONOMIA DE ÁGUA DECORRENTE DA
SUBSTITUIÇÃO DE APARELHOS CONVENCIONAIS POR
ECONOMIZADORES NO CENTRO DE TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DA PARAÍBA - CAMPUS I. / Lucas Rafael Ramos
Machado. - João Pessoa, 2019.
50 f. : il.

Orientação: GILSON BARBOSA ATHAYDE JÚNIOR.
TCC (Especialização) - UFPB/CT.

1. Água, uso racional de água, gestão. I. ATHAYDE
JÚNIOR, GILSON BARBOSA. II. Título.

UFPB/BC

FOLHA DE APROVAÇÃO

LUCAS RAFAEL RAMOS MACHADO

SIMULAÇÃO DA ECONOMIA DE ÁGUA DECORRENTE DA SUBSTITUIÇÃO DE APARELHOS CONVENCIONAIS POR ECONOMIZADORES NO CENTRO DE TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA - CAMPUS I

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado em 07/05/2019 perante a seguinte Comissão Julgadora:


Prof.º Dr. Gilson Barbosa Athayde Júnior
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

APROVADO


Prof.ª Dra. Nadjacleia Vilar Almeida
Departamento de Engenharia e Meio Ambiente - UFPB

APROVADO


Prof.ª Dra. Karine Cristiane de Oliveira Souza
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do - UFPB

APROVADO


Profa. Elisângela Maria Rodrigues Rocha
Coordenadora do Curso de Graduação em Engenharia Ambiental

Elisângela M. R. Rocha
Coordenadora de Eng. Ambiental
CT/UFPB - Mat. 1821372

RESUMO

A água é um recurso essencial ao surgimento e manutenção da vida na Terra. Além disso, é fator indispensável para o desenvolvimento de diversas atividades humanas. Porém o aumento da demanda, o uso não racional e o desperdício faz com que tal recurso venha a se tornar cada vez mais escasso em algumas regiões do planeta. Estima-se que um terço da população mundial sofre com a falta d'água, e essa perspectiva piora quando se olha para o futuro. Por isso, diversos programas foram desenvolvidos no âmbito nacional a fim de se racionalizar o consumo e diminuir o desperdício, como é o caso do PURA, programa de uso racional da água desenvolvido pela SABESP, que em uma de suas propostas incentiva a troca de aparelhos convencionais por aparelhos economizadores de água. Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo realizar um estudo a fim de implantar um sistema de uso racional da água, a partir da troca de equipamentos convencionais por equipamentos economizadores de água. Tal medida tem o intuito de racionalizar o consumo bem como reduzir desperdício de água no Centro de Tecnologia - CT, localizado no Campus I da Universidade Federal da Paraíba. Para tal, foi realizado, um diagnóstico hídrico do Centro, avaliando a tipologia dos aparelhos hidráulicos/hidrosanitários empregados, e a estimativa do consumo global de água do centro. Posteriormente, foi realizado os prognósticos com e sem a aplicação de aparelhos economizadores de água, a fim de verificar sua economia potencial de água no Centro referido. Dessa forma, foi possível verificar a economia em termos percentuais e volumétricos que a introdução desses aparelhos no sistema hidráulico do centro resultaria. No geral, a troca dos aparelhos em todos os ambientes do CT implica em uma redução de 40,7% no consumo de água, o que dá 3404,36 m³/mês, uma economia extremamente considerável. Para melhoria da gestão hídrica do centro, outra medida foi proposta. Devido à falta de medição setorizada na universidade, além da existência de poços também sem medição, impossibilita a realização de estudos com dados exatos de consumo, isso faz com que seja essencial a implantação de medição setorizada por meio de hidrômetros ou micro medidores, de modo a conhecer o consumo real de água no CT e, por consequência, permitir que novas pesquisas e a gestão da instituição trabalhem com dados mais precisos.

Palavras-chave: Água, uso racional de água, gestão.

ABSTRACT

Water is an essential resource for the emergence and maintenance of life on Earth. In addition, it is an indispensable factor for the development of various human activities. However, the increase in demand, non-rational use and waste make this resource become increasingly scarce in some regions of the planet. It is estimated that one-third of the world's population suffers from lack of water, and this prospect worsens when one looks to the future. Therefore, several programs were developed at the national level in order to rationalize consumption and reduce waste, as is the case of PURA, a rational water use program developed by SABESP, which in one of its proposals encourages the exchange of appliances by water-saving appliances. In this context, the present work aims to carry out a study in order to implement a system of rational use of water, from the exchange of conventional equipment by water saving equipment. This measure aims to rationalize consumption as well as reduce waste of water in the Technology Center - CT, located in Campus I of the Federal University of Paraíba. For this purpose, a water diagnosis of the Center was carried out, evaluating the typology of the hydraulic / hydrosanitary apparatus used, and the estimation of the overall water consumption of the center. Subsequently, the prognosis was carried out with and without the application of water saving devices, in order to verify their potential water savings in the mentioned center. In this way, it was possible to verify the savings in percentage and volumetric terms that the introduction of these devices in the hydraulic system of the center would result. In general, the exchange of the appliances in all the environments of the TC implies a reduction of 40.7% in water consumption, which gives 3404.36 m³ / month, an extremely considerable economy. To improve the water management of the center, another measure was proposed. Due to the lack of sectorized measurement in the university, in addition to the existence of wells also without measurement, makes it impossible to carry out studies with accurate data of consumption, this makes it essential to implement measurement sectorized by means of hydrometers or micro meters, so to know the actual consumption of water in the TC and, consequently, to allow new research and management of the institution to work with more precise data.

Keywords: Water, rational use of water, management.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Arejadores (ANA <i>et al</i> , 2005).....	23
Quadro 2 – Redutores de Vazão (ANA <i>et al</i> , 2005).....	23
Quadro 3 – Torneiras (ANA <i>et al</i> , 2005).....	24
Quadro 4 – Bacias Sanitárias (ANA <i>et al</i> , 2005).....	25
Quadro 5 – Dispositivos para acionamento de descarga para Bacias Sanitárias (ANA <i>et al</i> , 2005).....	26
Quadro 6 – Chuveiros e Duchas (ANA <i>et al</i> , 2005).....	27
Quadro 7 – Restritores de Vazão (ANA <i>et al</i> , 2005).....	27
Quadro 8 – Redutores de Pressão (ANA <i>et al</i> , 2005).....	27
Quadro 8 – Mictórios (ANA <i>et al</i> , 2005).....	24
Tabela 01 – Dispositivos de descarga para Mictórios Convencionais (ANA <i>et al</i> , 2005).....	25

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Comparação entre produtos convencionais e produtos economizadores de água. Fonte: Relatório Mensal 3 Projeto de Pesquisa Escola Politécnica / USPxSABESP - Junho/96 e informações técnicas da ASFAMAS.....	30
Tabela 02 – Percentual de Economia por Aparelho. Fonte: apud. Notas de Aula, Adaptado (DECA, 2007).....	30
Tabela 03 – Estimativa do consumo de água. Fonte: FASOLA <i>et al</i> (2011).....	36
Tabela 04 – Quantitativos de Aparelhos hidrosanitários do CT.....	37
Tabela 05 – Consumo de água total no CT pelo método de Berenhauser e Pulici (1983).....	38
Tabela 06 – Consumo de água nos laboratórios do CT. Fonte: Adaptado (AZEVEDO, 2016).....	38
Tabela 07 – Consumo de água nos Banheiros do CT.....	38
Tab. 08 – Adaptação da tabela 03 para o cálculo estimativo do consumo de água no CT.....	39
Tabela 09 – Comportamento do consumo de água dos Banheiros do CT.....	39
Tabela 10 – Consumo de água dos Banheiros e bebedouros do CT antes e depois da aplicação de aparelhos economizadores.....	44
Tabela 11 – Consumo de água referente a outros usos do CT antes e depois da aplicação de aparelhos economizadores.....	44
Tabela 12 – Novo consumo de água do CT após aplicação de aparelhos economizadores.....	45

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de localização da Universidade Federal da Paraíba. Fonte: TAVARES <i>et. al</i> (2017).....	31
Figura 2 – Centro de Tecnologia – CT da UFPB. Fonte: App. Maverick.....	32
Figura 3 – Mictórios CT. Fonte: Autor (2019).....	33
Figura 4 – Torneiras Manuais do CT. Fonte: Autor (2019).....	33
Figura 5 – Bacia sanitária do tipo elevada, encontrada no CT. Fonte: Autor (2019).....	34
Figura 6 – Torneira com arejador defeituoso no CT x Torneira com arejador em pleno funcionamento. Fonte: Autor (2019).....	42

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Tipos de Descarga do CT em valores percentuais.....	35
Gráfico 2 – Tipos de Torneiras do CT em valores percentuais.....	36
Gráfico 3 – Tipos de Mictórios do CT em valores percentuais.....	37

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVOS.....	15
2.1. Gerais.....	15
2.2. Específico	15
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	16
3.1. Consumo de água	16
3.2. Uso Racional da Água	22
3.3. Aparelhos Economizadores de Água.....	23
4. METODOLOGIA	31
4.1. Área de Estudo	31
4.2. Diagnóstico dos aparelhos hidráulicos/hidrosanitários no CT	33
4.3. Procedimentos	34
5. RESULTADOS E DISCURSSÕES.....	37
5.1. Caracterização dos Aparelhos hidráulicos dos banheiros.....	37
5.2. Estimativa dos Consumos de água no CT	37
5.3. Estudo dos Cenários	40
5.3.1 Cenário 1 (Tendencial Crítico)	40
5.3.2. Cenário 2 (Ideal)	43
6. CONCLUSÃO	46
7. REFERÊNCIAS.....	48

1. INTRODUÇÃO

A água é um dos principais componentes da biosfera, e é um elemento essencial à vida na Terra. Ela é uma das responsáveis pela manutenção de todos os ecossistemas existentes, e por esse motivo é um dos fatores determinantes para prosperidade, ou não, das espécies em seus respectivos habitats.

Segundo Tundisi (2003), a quantidade de água na Terra é praticamente invariável há 500 milhões de anos. O que muda é sua distribuição, através do movimento contínuo e cíclico da água nas fases sólida, líquida e gasosa. Este processo, o chamado “ciclo hidrológico”, “é o princípio unificador fundamental de tudo que se refere à água”.

Estima-se que cerca de 70% da superfície terrestre seja coberta por água. Entretanto aproximadamente 97% dessa água está nos oceanos e não pode ser utilizada para fins potáveis de forma direta. Os 3% que resta deste volume é de água doce, porém em sua maior parte concentrada em forma de gelo, seja em geleiras polares ou em neves das montanhas, restando uma pequena porcentagem de águas superficiais e subterrâneas que podem ser usadas em as atividades humanas.

A água disponível é utilizada das mais diversas formas, e sua qualidade e volume é fator determinante para prosperidade ou não econômica, social e ambiental de diversas regiões no mundo.

Seja para geração de energia por meio de hidroelétricas, resfriamento de caldeiras em indústrias, consumo humano, dessedentação animal, mineração, agricultura e pecuária, água é fator fundamental.

Porém, fatores como a má distribuição geográfica das principais fontes de água no mundo, a irregularidade nos períodos chuvosos em algumas regiões, atreladas a uma gestão ineficaz dos recursos hídricos faz com que a problemática da escassez vá se tornando cada vez mais recorrente em algumas regiões do planeta. Problemas como esses, fazem com que surja a necessidade de se estabelecer novas formas de pensar, agir, e gerenciar este recurso de forma sustentável e racional, para assim preservá-lo para futuras gerações.

Investimentos em educação ambiental, programas de uso racional da água, além do emprego de novas tecnologias que busquem minimizar o desperdício, são algumas das principais formas de melhorar a gestão deste recurso.

Do ponto de vista da gestão hídrica em edificações, tem-se a possibilidade da utilização de aparelhos hidráulicos/hidrosanitários economizadores de água. Estes vem como uma grande ferramenta no combate ao desperdício, e racionalização do consumo. Atualmente dispositivos deste tipo, são fonte de diversos estudos acerca do consumo consciente e uso racional dos recursos hídricos, além de serem tratados como mecanismos indispensáveis nas instalações de grandes empreendimentos.

Aparelhos economizadores de água são peças, dispositivos ou mecanismos que, trabalham ou fazem com que o aparelho trabalhe com vazão reduzida, além de evitar desperdício de água devido ao mau fechamento de seus componentes, ou seja, apresentam uma maior eficiência hídrica em relação aos convencionais.

Tanto o uso racional da água como também o combate ao seu desperdício são considerados uma tendência mundial, visto que tais medidas proporcionam uma melhor qualidade na gestão dos recursos hídricos existentes. No Brasil, como forma de seguir essa tendência, foram criados dois programas de destaque, o Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (PNCDA) a âmbito nacional, e o Programa de Uso Racional da Água (PURA) criado pela SABESP. Este ultimo em especial, propõe a utilização de aparelhos economizadores de água como forma de redução do desperdício.

A troca dos aparelhos hidrosanitários convencionais existentes, por modelos economizadores, já é uma tendência, sobretudo em edifícios de uso público como universidades, shopping centers, teatros, estádios, aeroportos, escolas e etc., pois esses dispositivos proporcionam uma maior eficiência no consumo da água, além da redução de custos financeiros e o desperdício.

Edificações de grande porte, a exemplo de prédios ou espaços públicos possuem grande potencial consumidor de recurso hídrico, onde muitas vezes demandam de grande volume de água sem que ocorra uma racionalização deste consumo, devido a práticas equivocadas realizadas pelo usuário, e não utilização de aparelhos economizadores em seu sistema hidráulico.

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 (AZEVEDO, 2016).

Sob esta perspectiva, o presente trabalho visa a realização de um estudo afim de se obter a troca de equipamentos convencionais por equipamentos economizadores de água, com intuito racionalizar o consumo e reduzir desperdício de água no Centro de Tecnologia - CT, localizado no Campus I da Universidade Federal da Paraíba.

A Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Campus I em João Pessoa possui 13 centros de ensino dos quais estão dispostos em uma área consideravelmente grande, de cerca de 185.614,3 m². Mediante seu grande porte, e por consequência uma grande quantidade de usuários, a instituição demanda de um grande consumo de água, esta que por sua vez, abastece o campus por meio de inúmeras instalações hidráulicas, dentre elas, os denominados aparelhos hidrosanitários. O diagnóstico destes aparelhos, e suas respectivas trocas possibilitarão a otimização do consumo de água no compus, fazendo com que assim, seja estabelecido uma maior sustentabilidade no uso da água.

A sustentabilidade e o uso racional dos recursos naturais é um tema que está em crescente discussão e tem sido foco de trabalho em muitas instituições (CAMPOS & RAMOS, 2014).

Parafraseando (MMA apud MARINHO, 2007), o Governo, assim como grandes instituições públicas ou federais, são grandes consumidores de recursos naturais, por consequência, recursos hídricos, o que, por muitas vezes provoca impactos socioambientais negativos. Portanto é necessário a adoção de critérios ambientais nas atividades administrativas e operacionais da Administração Pública afim de constituir-se um processo de melhoramento contínuo, adequando os efeitos ambientais das condutas do poder público à política de prevenção de impactos negativos ao meio ambiente. Em outras palavras, a conservação racional dos recursos naturais e a proteção contra a degradação ambiental, por meio de práticas que visem a racionalização das demandas por tais recursos.

2. OBJETIVOS

2.1. Gerais

O presente trabalho tem como objetivo simular a economia de água decorrente da implantação de um sistema de uso racional da água, a partir da troca de equipamentos convencionais por equipamentos economizadores de água, no Centro de Tecnologia - CT, localizado no Campus I da Universidade Federal da Paraíba.

2.2. Específico

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- Diagnosticar os aparelhos hidráulicos/hidrosanitários existentes no CT da UFPB;
- Quantificar os aparelhos existentes e suas tipologias;
- Estimar o consumo de água demandada no CT.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Consumo de água

A água, essencial ao surgimento e à manutenção da vida em nosso planeta, é indispensável para o desenvolvimento das diversas atividades desenvolvidas pelo ser humano, e apresenta, por essa razão, valores econômicos, sociais e culturais. Além de dar suporte à vida, a água pode ser utilizada para o transporte de pessoas e mercadorias, geração de energia elétrica, produção e processamento de alimentos, processos industriais diversos, recreação e paisagismo, além de assimilação de poluentes – sendo essa, talvez, uma das aplicações menos nobres deste recurso tão essencial (MIERZAWA e HESPAHOL, 2005).

Porém, segundo VILLIERS (2002), pelas suas mais diversas potencialidades de uso, a água passou a ser um recurso escasso. As demandas de uso para as mais diversas finalidades, a partir do século XX, passaram a ter um aumento significativo em relação à disponibilidade.

O crescimento populacional, econômico e tecnológico da civilização, faz com que de forma natural, as demandas por água venham se tornar cada vez maiores, porém a disponibilidade deste recurso pelo mundo não é homogênea fazendo com que fenômenos de escassez hídrica seja constante em alguns locais. Estima-se que entre 2011 e 2050, a população mundial crescerá 33%, aumentando de 7 bilhões para 9,3 bilhões de pessoas (UN DESA, 2011 apud Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos, 2016).

De acordo com Tomaz (2001), com o aumento da população mundial, de 6 milhões de habitantes em 2000 para aproximadamente 8 bilhões de habitantes em 2025, algumas regiões do planeta passarão por graves problemas de escassez de água. 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:

Estima-se que 663 milhões de pessoas não têm acesso direto a “fontes melhoradas” de água potável, enquanto ao menos 1,8 bilhão de pessoas não têm acesso seguro à água com condições mínimas para o consumo humano (UNICEF/WHO, 2015 apud Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos, 2016).

Em 2003, segundo Rebouças, no Brasil, dos 2.178 m³/s que representavam a demanda total de água do país, 56% da água eram utilizados na agricultura (irrigação), 21% para fins urbanos, 12% para a indústria, 6% no consumo rural e 6% para a dessedentação de animais. Porém atualmente esses valores tendem a ter uma variação, principalmente frente a industrialização crescente no país e o aumento da população.

Segundo a Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO (2014f, *apud* Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos, 2016), em geral, a indústria – incluindo o setor energético – é responsável por cerca de 19% do consumo total de água no mundo. Porém, segundo de acordo com (FAO, 2011a), mundialmente, a agricultura é responsável por cerca de 70% do total do consumo de água doce e, na maioria dos países subdesenvolvidos, esse índice chega a 90%. Fazendo assim, com que esta atividade seja a maior consumidora de água no mundo.

No entanto, Rebouças (2003), diz que o uso da água na agricultura ocorre de forma ineficiente, com um desperdício estimado de cerca de 60% de toda a água fornecida a este setor.

Tsutiya (2006) destaca que é comum classificar os consumidores de água por categorias, são elas: 1) consumo doméstico; 2) consumo comercial; 3) consumo industrial; e 4) consumo público.

Segundo Cortés (1993, *apud* Oliveira 1999), em média a produção de água na zona urbana utilizada é: setor residencial é de 71%, no setor comercial é de 15%, industrial 12%, já no público é de 2%.

a) Consumo doméstico:

O consumo doméstico é o correspondente a utilização da água no meio residencial, tanto na área interna como externa da habitação. Este consumo depende de vários fatores como, renda familiar, características da residência, rede de distribuição predial, tipos de aparelhos hidráulicos/hidrosanitários utilizados, comportamento do usuário, dentre outros.

Dados do (WWAP, 2012 apud Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos, 2016), mostram que a utilização da água relacionada ao consumo doméstico, como instalações sanitárias, consumo humano, higiene, dentre outros, de instituições públicas (escolas e hospitais) assim como pequenas e médias indústrias dentro dos sistemas municipais, é responsável pelos outros 10% do consumo mundial de água doce disponível.

Em áreas urbanas, principalmente em grandes cidades, o consumo doméstico é bastante significativo:

O consumo de água residencial pode constituir mais da metade do consumo total de água nas áreas urbanas. Na região metropolitana de São Paulo, o consumo de água residencial corresponde a 84,4% do consumo total urbano (incluindo também o consumo em pequenas indústrias). Na cidade de Vitória, a porcentagem desse consumo é bem similar, correspondendo a aproximadamente 85% desse total (dados da CESAN de 2002 e 2003) (RODRIGUES, 2005).

Segundo Yoshimoto e Silva (2001, apud TSUTIYA, 2006) a distribuição de consumo de água em residências na Região Metropolitana de São Paulo é dividido da seguinte forma: 30,9% para descarga de bacia sanitária; 27,6% para banhos; 30% para pia de cozinha; e 12,4% para outros usos (bebidas, lavagem de roupas, limpeza de pisos, jardins, lavagem de carros e outros):

TSUTIYA (2005) apud GONÇALVES et al (2006) estima um consumo médio de água nas residências de 200 l/hab/dia, com oscilações que podem ir de 50 l/hab/dia a 600 l/hab/dia.

b) Consumo comercial:

O consumo comercial é corresponde às várias atividades comerciais que necessitam da utilização da água, desde pequenos a grandes consumidores, tais como: bares, escritórios, padarias, restaurantes, lanchonetes, hotéis, museus, postos de gasolina, dentre outros.

Geralmente o uso da água nesses tipos de edificações são para fins domésticos (principalmente em ambientes sanitários), sistemas de resfriamento de ar condicionado e irrigação (ANA *et al*, 2005).

O perfil de consumo comercial varia muito de acordo com o tipo de atividade realizada. De acordo com Tsutiya (2006, pp 37), para os Estados Unidos por exemplo, os valores típicos normalmente utilizados para o consumo de água em áreas comerciais variam de 7,5 a 14 m³/ha.dia.

c) Consumo industrial:

De acordo com Tsutiya (2006, pp 43), o uso da água em uma instalação industrial pode ser classificado em cinco categorias:

- Uso humano;
- Uso doméstico;
- Água incorporada no produto;
- Água utilizada no processo de produção;
- Água perdida ou para usos não rotineiros.

Devido a diferença de categorias, porte, ramo de atividade, assim como quantidade de usuários (funcionários), o consumo de água em indústrias é bastante diversificado:

Para Muñoz (2000, apud TSUTYA, 2006 p. 43), as taxas de consumo de água que normalmente podem ser consideradas para indústrias são:

- 47 m³/ha.dia – para áreas industriais
- 30 – 95 l/pessoa.dia – para usos sanitários

Segundo ANA (2017), observa-se no Brasil um crescimento expressivo da demanda hídrica industrial nos últimos anos, acompanhando a conjuntura econômica do País. Tendo um aumento nas vazões de retirada de água de cerca de 70% em 2013 em comparação a 2002:

A demanda de água na indústria reflete o tipo de produto ou serviço que está sendo produzido e os processos industriais associados. A intensidade do uso da água depende de vários fatores, dentre eles, o tipo de processo e de produtos, tecnologias empregadas, boas práticas e maturidade da gestão. No que se refere a utilização de água no processo produtivo, pode-se observar diversas funções, tais como: matéria-prima e reagentes; solventes de

substâncias sólidas, líquidas e gasosas; lavagem e retenção de materiais contidos em misturas; veículo de suspensão; e operações envolvendo transmissão de calor (ANA, 2017).

d) Consumo público:

Já nas edificações públicas, como escolas, universidades, hospitais, terminais de passageiros de aeroportos, entre outros, o uso da água é muito semelhante ao das edificações comerciais, porém o uso dos ambientes sanitários é bem mais significativo, variando de 35% a 50% do consumo total (ANA *et al*, 2005).

3.1.1 Fatores que afetam o consumo de água

De modo geral, Tsutiya (2006, pp. 50, 51) fala que são vários os fatores que afetam o consumo de água. Dos quais os principais estão, segundo o autor:

- Condições Climáticas

Normalmente o consumo é maior no verão quando pessoas utilizam mais a água para o banho e rega de jardins. Quanto mais quente a região maior o consumo. A umidade também exerce influência, sendo o maior consumo em zonas mais secas do que zonas úmidas. Outro fator climático que tem grande influência é o índice pluviométrico (TSUTIYA, 2006).

- Hábitos e nível de vida da população

Os hábitos da população refletem na utilização da água, tais como: banhos, lavagem de pisos, lavagem de logradouros, irrigação de jardins e gramados públicos ou particulares. Quanto mais elevado o poder econômico e social da população, maior o consumo em decorrência da maior utilização da água, resultante do emprego de máquinas de lavagem de roupa, de lavagem de pratos, de lavagem de automóveis e de numerosas outras aplicações que visam trazer conforto e facilidades (TSUTIYA, 2006).

- Natureza da Cidade

O consumo de água pode ser diferente, dependendo das características da cidade. Para cidades com características industriais, onde se consome água no processo industrial, o consumo *per capita* de água é maior. Os agrupamentos tipicamente residenciais como vilas operárias, cidades satélites e conjuntos habitacionais, são os que geralmente apresentam menor consumo (TSUTIYA, 2006).

- Medição de água

A presença de medidores de água (hidrômetros) é fundamental para diminuição do consumo de água. A existência deste tipo de mecanismo em uma edificação, além de possibilitar ao usuário ter ciência do seu perfil de consumo, é uma ferramenta que auxilia na verificação da existência de possíveis vazamentos na edificação onde este equipamento foi empregado.

Ao fechar os registros de gaveta o fluxo de água é interrompido, logo, caso ainda ocorra medição de água pelo hidrômetro, há algum ponto vazamento na edificação.

- Pressão na rede

O consumo de água aumenta com a pressão na rede de distribuição de água. Por isso, as redes de distribuição devem trabalhar a pressões tanto quanto possível reduzidas, desde que assegurem abastecimento adequado aos consumidores. Em outras palavras, quanto maior a pressão na rede, maior o fluxo de água, e por consequência maior o desperdício.

Para Clark et al (1977, apud TSUTIYA 2006), há um aumento de 30% no consumo para um aumento de 14 mH_2O , de pressão na rede. Se na rede de distribuição a pressão passar de 18 para 36 mH_2O o consumo de água pode sofrer um aumento de cerca de 35% Alberta Environmental Protection (1996, apud TSUTIYA 2006).

- Rede de esgoto

A existência ou não da rede coletora de esgoto, influi significativamente no consumo de água. Dados obtidos no Canadá (Alberta Environmental Protection, 1996) indicam que, com a construção da rede de esgoto, houve um aumento no consumo de água de 50 a 100%. Esse aumento é devido à despreocupação com a capacidade de seu sistema de disposição de esgoto, tais como a de fossa séptica e sumidouros (TSUTIYA, 2006).

- Preço da água

O preço da água também é um fator que influi no consumo. Quanto maior o custo financeiro com a água, maior será a preocupação do usuário com a utilização do recuso de forma mais racional.

Segundo Tsutiya (2006), vários trabalhos mostram essa relação, de modo que muitos pesquisadores têm procurado estabelecer relações entre demanda domestica e o preço da água, e determinar os valores de elasticidade – preço da demanda, isto é, a variação percentual na demanda originada pela variação no preço.

3.2. Uso Racional da Água

A implementação do uso racional da água consiste em sistematizar as intervenções que devem ser realizadas em uma edificação, de tal forma que as ações de redução do consumo sejam resultantes de amplo conhecimento do sistema, garantindo sempre a qualidade necessária para a realização das atividades consumidoras, com o mínimo de desperdício. Esta metodologia possui atuação na demanda de água da edificação (ANA *et al*, 2005).

Para tal, algumas medidas devem ser tomadas para que esse objetivo seja alcançado, tais como: controle e redução de perdas de água, introdução de equipamentos economizadores, além do melhoramento e otimização dos sistemas hidráulicos.

Barberán et al. (2013, apud Alexandre et. al 2017) analisaram o consumo de água em um hotel na Espanha antes e após a substituição dos equipamentos convencionais por equipamentos economizadores de água. Foi feita a troca das torneiras nos quartos e nas áreas comuns, além da instalação

de elementos reguladores em chuveiros. Na cozinha, foram instalados equipamentos associados à lavagem de louças com limitadores de fluxo de água. O consumo de água quente, o consumo de água fria e o consumo total foram avaliados por meio de análise de regressão dinâmica. O impacto das trocas revelou-se significativo para as três situações e a redução de consumo foi de 33, 17 e 22% para, respectivamente, água quente, água fria e consumo total do hotel. Houve redução significativa no consumo de água fria e quente nos quartos e nas áreas comuns. Na cozinha, o maior impacto foi verificado no consumo de água fria.

De acordo com Marinho (2007), o uso racional da água e o combate ao seu desperdício são hoje fonte de debate e preocupação mundial. Os problemas associados a este insumo estão relacionados à sua distribuição geográfica desigual, ao aumento desordenado da população e ao mau uso do recurso.

Diante disso, os programas de economia de água, se destacam como sendo boas alternativas para o uso mais adequado desse recurso, gerando assim, benefícios ambientais e sociais.

Segundo Tomaz (2003), um programa de conservação da água constitui-se de medidas e incentivos, onde as medidas são as tecnologias e mudanças de comportamento, chamadas de práticas, que resultam no uso mais eficiente da água; e os incentivos de conservação da água são a educação pública, as campanhas, a estrutura tarifária e os regulamentos que motivam o consumidor a adotar as medidas específicas.


3.3. Aparelhos Economizadores de Água

Afim de se praticar um consumo racional de água, foram desenvolvidas novas tecnologias, que tem como função otimizar o consumo e reduzir o desperdício, essas, são denominados aparelhos economizadores de água


Esses aparelhos têm como objetivo reduzir o consumo de água independentemente da ação do usuário, ou até mesmo da sua disposição em mudar de comportamento para reduzir o consumo de água, pois funcionam com vazão reduzida.

Deve-se considerar que os equipamentos economizadores são os mais adequados para o uso público ou coletivo. Dessa forma, em instalações existentes, recomenda-se a substituição de equipamentos convencionais, e, em novas edificações o projeto já deve prever exclusivamente aqueles mais apropriados para o uso racional da água (Marinho, 2007).






A seguir, são mostrados alguns aparelhos e dispositivos economizadores mais utilizados em edificações públicas, mostrados em um trabalho realizado em conjunto pela FIESP, SESI, SENAI, IRS, SINDUSCON, ANA e Ministério do Meio Ambiente (junho/2005).

Equipamento	Tipo	Características principais
AREJADORES	<p>Arejadores</p> 	<p>Dispositivo regulador e abrandador do fluxo de saída de água usualmente montado na extremidade de torneira e bicas em geral, destinado a promover o direcionamento do fluxo de água, evitando dispersões laterais e amortecendo o impacto do jato de água contra as partes que estão sendo lavadas. É também um componente que propicia a redução de consumo de água sem comprometimento das operações de lavagem em geral, desde o uso doméstico até cozinhas industriais. Os arejadores funcionam pelo princípio de Venturi incorporando considerável quantidade de ar ao fluxo de água e reduzindo a vazão e o volume de água utilizado. É indicado para instalação nas torneiras convencionais. O arejador de vazão constante além das características de um arejador convencional possui um dispositivo que limita a vazão de torneiras em 6 l/min, reduzindo o consumo em torno de 30% quando comparado com os convencionais, além de aumentar o conforto do usuário.</p>


Quadro 1 – Arejadores (Adaptado Google, ANA *et al*, 2005).

Equipamento	Tipo	Características principais
REDUTORES DE VAZÃO	<p>Redutores de Vazão</p> 	<p>Além dos registros reguladores de vazão para chuveiros, estão também disponíveis no mercado os registros reguladores de vazão para lavatórios, que podem ser aplicados, tanto para torneiras como para misturadores. Esses registros possibilitam reduções muito significativas quando regulados adequadamente e instalados com as torneiras de fechamento automático de funcionamento hidromecânico.</p>



Quadro 2 – Redutores de Vazão (Adaptado Google, ANA *et al*, 2005)


Equipamento	Tipo	Características principais
TORNEIRAS ECONOMIZADORAS	Hidromecânica 	O controle de vazão é obtido pela regulagem de um registro regulador de vazão, ou seja, os usuários não interferem na vazão, que é convenientemente regulada em função da pressão existente no ponto. A temporização do ciclo de funcionamento também resulta na redução do consumo de água. Este tempo não deve ser muito curto, para evitar que o usuário tenha que acioná-lo várias vezes em uma única operação de lavagem, além de causar desconforto.
	Sensor 	O comando e ciclo de funcionamento destes equipamentos se dão pela ação de um sensor de presença. O sensor capta a presença das mãos do usuário, quando este se aproxima da torneira, liberando assim o fluxo d'água. A alimentação elétrica do sistema pode-se dar pelo uso de baterias alcalinas ou pela rede de distribuição elétrica local. A presença do sensor no corpo da torneira é uma solução adequada quanto ao vandalismo.
	Eletrônicas embutidas 	Possuem o mesmo princípio de funcionamento das torneiras eletrônicas convencionais, porém por ficarem embutidas na parede possuem grande resistência a vandalismo e podem ser utilizadas em lavatório tipo coletivo, tornando-se o produto ideal para locais como estádios de futebol, escolas, centros cirúrgicos.
	Funcionamento por válvula de pé 	Este sistema é caracterizado pela presença de um dispositivo de acionamento instalado no piso, de frente à torneira propriamente dita. Este sistema é adequado a ambientes onde não se deseja o contato direto das mãos nos componentes da torneira, como em determinadas áreas de hospitais, cozinhas e laboratórios, devendo ser instalado apenas onde se espera que os usuários o usem de forma consciente e correta.
	Funcionamento por pedal 	Este sistema é caracterizado pela existência de um pedal em forma de alavanca. O pedal libera o fluxo de água até a torneira (bica). Este sistema é geralmente utilizado quando as tubulações são aparentes. O corpo da válvula onde a alavanca é instalada pode ser fixado na parede ou no piso, de forma aparente. O fluxo de água ocorre durante o tempo em que é feito o acionamento da mesma, mas existem modelos no mercado que apresentam uma trava para evitar que o usuário permaneça acionando o sistema, no decorrer de uma atividade demorada. Este sistema é adequado para locais onde haja produção, como em indústrias ou cozinhas industriais. O sistema é de simples instalação e manutenção, não demandando obras civis. No entanto, para que o sistema seja corretamente utilizado, deve haver a capacitação e orientação contínua dos usuários. A vazão pode ser reduzida colocando-se um restritor de vazão no sistema.

Quadro 3 – Torneiras (Adaptado Google, ANA *et al*, 2005).

Equipamento	Tipo	Características principais
BACIAS SANITÁRIAS	Com válvulas de descarga de ciclo seletivo	As bacias sanitárias para instalação com válvulas que hoje são encontradas no mercado caracterizam-se por necessitar de apenas 6 litros para propiciar a limpeza completa.
	Com caixa acoplada 	Apresentam funcionamento com 6 litros. Estas bacias apresentam funcionamento sifônico ou de arraste.

Quadro 4 – Bacias Sanitárias (Adaptado Google, ANA *et al*, 2005).

Equipamento	Tipo	Características principais
DISPOSITIVOS PARA ACIONAMENTO DE DESCARGA PARA BACIAS SANITÁRIAS	Válvula de descarga de ciclo seletivo	A válvula de descarga de ciclo de funcionamento seletivo, mais comumente empregada em instalações sanitárias, caracteriza-se por propiciar ao usuário a possibilidade de descargas de 2 a 7 litros conforme o material existente na bacia sanitária. No caso de material líquido ou pequenos dejetos, que são 90% do uso em uma residência, o volume de água necessário para limpeza da bacia situa-se entre 3 e 4 litros, o que pode representar considerável economia com relação a sistemas com volume de descarga fixo. Para maior eficiência e maiores resultados em nível de redução do consumo de água, essas válvulas possuem um registro integrado que convenientemente regulado propicia a vazão ideal para o sifonamento da bacia, ou seja, a vazão que permitirá o completo sifonamento da bacia com o maior volume de água.
	Válvula de descarga ciclo fixo 	O acionamento se dá por um dispositivo, presente no corpo da válvula, em forma de alavanca. O usuário aciona esta alavanca, resultando na descarga. Por mais que o usuário permaneça acionando a alavanca, somente o volume previamente regulado para a descarga será liberado. Para a liberação de novo volume de água, a alavanca deverá ser acionada novamente.
	Válvula de descarga de duplo acionamento 	Existem dispositivos conhecidos como “dual-flush” que possibilitam dois tipos de acionamento da válvula de descarga. A válvula de descarga, contém dois botões: um deles, quando acionado, resulta em uma descarga completa para o arraste de efluente com sólidos. O acionamento do outro botão resulta em uma meia descarga, geralmente de 3 litros, para limpeza apenas de efluente líquido na bacia sanitária.
	Válvulas de descarga por	Outro tipo de válvula é com acionamento por sensor de presença. A alimentação elétrica deste sistema pode ser feita

	<p>sensor</p> 	<p>com o uso de baterias alcalinas ou por rede elétrica, 127/220V. O usuário deve permanecer por um período de tempo mínimo no raio de alcance do sensor, normalmente 5 segundos, para que o sistema se arme e após a saída do usuário do alcance é efetuada a descarga pela válvula solenóide. O volume por descarga pode ser regulado para 6 litros de água.</p>
--	-------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Quadro 5 – Dispositivos para acionamento de descarga para Bacias Sanitárias (Adaptado Google, ANA *et al*, 2005).


Equipamento	Tipo	Características principais
CHUVEIROS E DUCHAS	Registro regulador de vazão para chuveiros e duchas	Há uma grande variedade de tipos e modelos de duchas no mercado, com as mais diversas vazões. Uma intervenção passível tanto em duchas de ambientes sanitários públicos como de residências é a introdução de um registro regulador de vazão que é empregado para reduzir vazões excessivas, normalmente existentes em condições de alta pressão. Tais dispositivos podem ser aplicados em chuveiros e duchas e possibilitam a regulação da vazão a níveis de conforto e economia conforme o tipo de chuveiro empregado, a pressão existente no ponto e hábitos de usuários.
	Válvula de fechamento automático para chuveiros e duchas	Outra forma para redução do consumo de água nos chuveiros é a instalação de válvulas de fechamento automático para chuveiros, que funciona nos mesmos moldes, por exemplo, das torneiras hidromecânicas, porém com ciclo de funcionamento em torno de 35 segundos. Contudo o aparelho mais encontrado nas instalações hidráulicas é o registro de pressão. A desvantagem do registro de pressão é que o mesmo pode ser mal fechado, ou permanecer aberto desnecessariamente, resultando em consumo excessivo. A instalação dessas válvulas de fechamento automático para chuveiro, juntamente com os registros reguladores de vazão para chuveiro, propiciam os melhores resultados em nível de redução do consumo de água. Nesse sentido, é muito importante lembrar que os chuveiros são responsáveis em média por 41% do volume de água em apartamentos, 78% do consumo de água em apartamento tipo flat e também consumos elevados em vestiários de uso coletivo em geral.

Quadro 6 – Chuveiros e Duchas (ANA *et al*, 2005).


Equipamento	Tipo	Características principais
RESTRITORES DE VAZÃO	Restritores	Outro procedimento também pode ser a instalação de um dispositivo restritor de vazão. Uma das vantagens do uso do restritor de vazão é que a mesma permanece constante dentro de uma faixa de pressão, geralmente de 10 mca a 40 mca. Existem restritores de vazão com os mais diferentes valores de vazão, por exemplo, para 6, 8, 10, 12 e 14 litros/minuto. Ressalta-se que são recomendados para valores de pressão hidráulica superiores a 10

	<p>mca. As desvantagens dos restritores de vazão são: a impossibilidade de regulação da vazão quando há diferencial de pressão entre água quente e fria, para evitar “queimadas” e também o fato que tais restritores entopem com certa facilidade ocasionando o problema acima apontado ou a necessidade periódica de desmontagem para limpeza.</p>
--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------




Quadro 7 – Restritores de Vazão (Adaptado, ANA *et al*, 2005).

Equipamento	Tipo	Características principais
REDUTOR DE PRESSÃO	Redutores de Pressão 	Caso uma determinada área da edificação apresente uma pressão elevada, pode ser mais conveniente a instalação de uma válvula redutora de pressão na tubulação de entrada de água da área. Estes dispositivos mantêm a vazão constante em uma faixa de pressão, em geral, de 100 a 400 kPa (10 a 40 mca).

Quadro 8 – Redutores de Pressão (Adaptado Google, ANA *et al*, 2005).

Equipamento	Tipo	Características principais
MICTÓRIO SEM ÁGUA	Mictório 	É um sistema que não utiliza água na operação. O mictório sem água é constituído dos seguintes componentes: bacia cerâmica, suporte do cartucho, cartucho, líquido selante, chave para troca do cartucho e protetor para a superfície do cartucho – opcional. O líquido selante é uma substância composta por mais de 90% de álcoois graxos e o restante de biocida e corantes. Sua cor predominante é o azul e apresenta densidade menor que a da água e da urina, permanecendo em suspensão nas mesmas. O líquido selante se localiza em suspensão na primeira câmara do cartucho. A urina entra pelos orifícios da parte superior do cartucho, penetrando na primeira câmara através do líquido selante que está em suspensão e preenchendo toda a superfície superior do líquido desta câmara. Pelo sistema de vasos comunicantes, a urina é expelida pelo orifício de saída do cartucho, sendo coletada pelo copo do suporte e de lá para a rede de esgoto. A manutenção requerida pelo sistema é a substituição periódica do cartucho, que se trata de uma peça descartável. A durabilidade do cartucho está associada à obstrução de suas cavidades por material bioquímico que se acumula em seu interior e pelo carreamento do líquido selante.

Quadro 9 – Mictórios (Adaptado Google, ANA *et al*, 2005).

Equipamento	Tipo	Características principais
DISPOSITIVOS DE DESCARGA PARA MICTÓRIOS CONVENCIONAIS	<p>Válvula de acionamento hidromecânico</p> 	<p>Esta válvula é caracterizada por um corpo metálico externo que controla e conduz a água até o mictório. Para o acionamento da descarga, o usuário deve pressionar o acionador da válvula liberando o fluxo de água para a bacia do mictório. Após o acionamento pelo usuário, ocorre o fechamento temporizado pela ação hidromecânica da válvula. Este tipo de equipamento pode ser utilizado, entre outros, nas seguintes tipologias de edificações: indústrias, escolas, shopping centers, hospitais, clubes, escritórios, estádios, terminais de passageiros.</p>
	<p>Válvula de acionamento por sensor de presença</p> 	<p>Neste tipo de equipamento, quando o usuário se aproxima e se posiciona de frente ao mictório, o sensor que emite continuamente um sinal imperceptível ao usuário, infravermelho ou ultra-som, detecta a sua presença. Em geral, na maioria dos equipamentos, o fluxo de água só é liberado após o afastamento do usuário, o que garante um menor consumo de água. O sensor, associado a um microprocessador, emite um sinal até uma válvula do tipo solenóide, de funcionamento elétrico, que libera o volume de água da descarga. Neste tipo de equipamento, o tempo médio de acionamento dos produtos encontrados no mercado encontra-se em torno de 5 a 6 segundos. O sistema elétrico do equipamento pode ser alimentado por baterias alcalinas de 6 e 9 VDC, ou pelo próprio sistema predial elétrico de 127/220V. Estas características devem ser observadas quando da aquisição do equipamento e em função das características físicas do local a ser instalado. Uma das principais vantagens deste sistema frente aos demais é quanto à questão da higiene do usuário, uma vez que este não entra em contato direto com nenhum componente do sistema. Existem também válvulas eletrônicas que por serem embutidas na parede possuem grande resistência a vandalismo e permitem higienização completa do mictório por não necessitar do flexível para alimentar o mictório (mictório com entrada de água posterior), tornando-se apropriado para locais como estádios de futebol, escolas, centros cirúrgicos, indústrias farmacêuticas, hospitais, etc.</p>
	<p>Válvula temporizada</p> 	<p>Este é um sistema em que os produtos são vendidos separadamente, sendo necessária a montagem dos componentes pelo instalador. A descarga deste tipo de equipamento pode ser obtida por um sistema de temporizador eletrônico. O temporizador pode ser facilmente encontrado no mercado e adaptado às instalações existentes. No temporizador eletrônico pode ser feita a regulação do intervalo entre descargas e do tempo de duração da descarga. O temporizador envia um sinal a uma válvula solenóide elétrica que faz a liberação do fluxo de água conforme os parâmetros definidos no temporizador. Este sistema pode ser empregado em mictórios coletivos e em baterias de vários mictórios individuais. Tem a desvantagem de não diferenciar picos e vales de fluxo de usuários.</p>

Quadro 10 – Dispositivos de descarga para Mictórios Convencionais (Adaptado Google, ANA *et al*, 2005).

A introdução de equipamentos economizadores principalmente em locais onde existem grandes demandas de água para usos domésticos, trazem grandes vantagens visto que sua utilização muitas vezes implica na redução do consumo e desperdício nestes ambientes. Porém, o valor percentual de redução no consumo varia em função da pressão do ramal de alimentação como mostra as tabelas a seguir.

Tab. 01 – Comparação entre produtos convencionais e produtos economizadores de água. Fonte: Relatório Mensal 3 Projeto de Pesquisa Escola Politécnica / USPxSABESP - Junho/96 e informações técnicas da ASFAMAS.

Equipamento Convencional	Consumo	Equipamento Economizador	Consumo	Economia
Bacia com caixa acoplada	12 Litros/Descarga	Bacia VDR	6 (Litros/Descarga)	50%
Bacia com válvula bem regulada	10 Litros/Descarga	Bacia VDR	6 (Litros/Descarga)	40%
Ducha (água quente/fria) - até 6 mca	0,19 Litros/seg	Restritor de Vazão (8 Litros/min)	0,13 (Litros/seg)	32%
Ducha (água quente/fria) - 15 a 20 mca	0,34 Litros/seg	Restritor de Vazão (8 Litros/min)	0,13 (Litros/seg)	62%
Ducha (água quente/fria) - 15 a 20 mca	0,34 Litros/seg	Restritor de Vazão (12 Litros/min)	0,20 (Litros/seg)	41%
Torneira de Pia - até 6 mca	0,23 Litros/seg	Restritor de Vazão (6 Litros/min)	0,10 (Litros/seg)	57%
Torneira de Pia - 15 a 20 mca	0,42 Litros/seg	Arejador Vazão CTE. (6 Litros/min)	0,10 (Litros/seg)	76%
Torneira uso geral/tanque - até 6 mca	0,26 Litros/seg	Regulador de Vazão	0,13 (Litros/seg)	50%
Torneira uso geral/tanque - 15 a 20 mca	0,42 Litros/seg	Regulador de Vazão	0,21 (Litros/seg)	50%
Torneira uso geral/tanque - até 6 mca	0,26 Litros/seg	Restritor de Vazão	0,10 (Litros/seg)	62%
Torneira uso geral/tanque - 15 a 20 mca	0,42 Litros/seg	Restritor de Vazão	0,10 (Litros/seg)	76%
Torneira de Jardim - 40 a 50 mca	0,66 Litros/seg	Regulador de Vazão	0,33 (Litros/seg)	50%
Mictório	2 Litros /uso	Válvula Automática	1 (Litros/seg)	50%

Tab. 02 – Percentual de Economia por Aparelho. Fonte: apud. Notas de Aula, Adaptado (DECA, 2007)

Produto	Tempo (min)	Baixa Pressão (2 a 10 mca) Residência/Sobrado	Alta Pressão (2 a 10 mca) Apartamento/Indústria	Aplicando Dispositivos Economizadores de Água	% para Baixa Pressão	% para Alta Pressão
Chuveiro	5	75 litros	100 litros	70 litros	7%	30%
	10	150 litros	200 litros	140 litros	7%	30%
	15	225 litros	300 litros	210 litros	7%	30%
Torneira de Lavatório	1	10 litros	20 litros	8 litros	20%	60%
	5	50 litros	100 litros	40 litros	20%	60%
	10	100 litros	200 litros	80 litros	20%	60%
Misturador de Cozinha	1	60 litros	100 litros	30 litros	50%	70%
	5	120 litros	200 litros	60 litros	50%	70%
	10	180 litros	300 litros	90 litros	50%	70%
Torneira de jardim/tanque	5	60 litros	100 litros	40 litros	33%	60%
	10	120 litros	200 litros	80 litros	33%	60%
	15	180 litros	300 litros	120 litros	33%	60%
Mictório com Registro	0,25	2,5 litros	3,75 litros	2 litros	20%	47%
	0,5	5,0 litros	7,5 litros	4 litros	20%	47%
	1	10 litros	15 litros	8 litros	20%	47%

4. METODOLOGIA

4.1. Área de Estudo



Figura 1 – Mapa de localização do Campus I Universidade Federal da Paraíba. Fonte: TAVARES *et. al* (2017)

O Campus I da UFPB, desde sua fundação, passou por diversas modificações devido a processos de expansão, tornando-a uma instituição com grande extensão territorial, além de um complexo sistema de abastecimento e distribuição de água. Segundo dados oficiais do Relatório de Gestão da UFPB, o Campus I da Universidade Federal da Paraíba possui uma área de 185.614,3 m² de extensão, possuindo uma comunidade acadêmica composta por 45.230 pessoas, das quais 38.880 são alunos matriculados em inúmeros cursos, 2.804 são servidores docentes e 3.546 servidores técnico-administrativos (UFPB, 2017).

Inserido dentro dos limites da universidade está o Centro de Tecnologia - CT, este possui uma área construída de 26.504,2 m².



Figura 2 – Centro de Tecnologia – CT da UFPB. Fonte: App. Maverick

Conforme o mais recente Relatório de Gestão da Pró-Reitoria de Planejamento e Desenvolvimento (PROPLAN), no ano de 2017 o CT possuía 209 professores no quadro docente e 183 servidores técnico-administrativos, um total de 392 funcionários. Já em 2018 segundo o mesmo relatório, era esperado um quadro de 200 professores do quadro docente e 200 técnico-administrativos, o que dá um total de 400 funcionários.

O Centro oferece cursos de graduação nas seguintes áreas: Arquitetura e Urbanismo, Engenharia de Alimentos, Engenharia Ambiental, Engenharia Civil, Engenharia de Materiais, Engenharia Mecânica, Engenharia de Produção, Engenharia de Produção Mecânica, Engenharia Química e Química Industrial.

Seguindo a tendência do restante do Campus, o CT também passou por diversas modificações dentro de seus limites, das quais proporcionaram tanto o aumento de sua área construída como de sua rede hidráulica, levando a uma maior demanda por este recurso em suas edificações.

4.2. Diagnóstico dos aparelhos hidráulicos/hidrosanitários no CT

A realização do diagnóstico dos aparelhos é de suma importância para introdução de um sistema de uso racional de água. Pois só a partir dos dados obtidos é possível saber com clareza onde está havendo erros na gestão hídrica em um determinado local.

Para cumprimento desta etapa de pesquisa, houve a vistoria de todos os ambientes do CT, com a finalidade de verificar os quantitativos, tipologia e estado de conservação dos aparelhos sanitários existentes, como mostram as figuras 3, 4 e 5.



Figura 3 – Mictórios do CTJ (CT da UFPB). Fonte: Autor (2019)



Figura 4 – Torneiras Manuais do CT K (CT da UFPB). Fonte: Autor (2019)



Figura 5 – Bacia sanitária do tipo elevada, Bloco Bolo de Noiva (CT da UFPB). Fonte: Autor (2019)

Para documentação dos quantitativos e tipologias destes aparelhos, foi criado um banco de dados, onde foram anexados seus respectivos resultados. Estes dados podem ser observados na tabela 03 do item 5.1 deste trabalho.

Vale salientar que o centro não possui medição setorizada de água. A universidade possui apenas um hidrômetro na qual é responsável pela leitura do consumo de toda instituição de forma conjunta, o que impossibilita o acesso aos dados de demanda hídrica do CT. Um equívoco na gestão hídrica do Campus.

Arelado a isso, tem-se o fato de que a universidade possui 5 poços artesianos, que em conjunto com a companhia de água e esgoto do Estado abastece todo o Campus. Isso faz com que seja ainda mais difícil a obtenção de dados precisos de consumo de água na instituição, visto que, além de se utilizar uma rede de abastecimento mista, esta última não possui nenhum tipo de medição.

4.3. Procedimentos

Para a implementação de um programa de conservação de água, torna-se necessário conhecer a distribuição do consumo, que varia por tipologia de edificação e também entre as edificações de mesma tipologia, de acordo com especificidades dos sistemas e usuários envolvidos (ANA *et al*, 2005).

De início, é necessário que para serem feitas as devidas comparações antes e depois da aplicação do novo sistema, se conheça o comportamento do consumo de água no ambiente estudado. Normalmente, isso se dá pela obtenção dos dados de consumo dos hidrômetros, na qual disponibilizaria o consumo mensal da edificação. Porém, como mencionado no diagnóstico, existe apenas um hidrômetro que faz a leitura de todo consumo da instituição. Não possuindo assim medição de consumo individual por centro. Sendo assim, foi necessário utilizar modelos matemáticos que possibilitassem obter uma estimativa do consumo em edificações, a exemplo do Centro de estudo abordado neste trabalho.

Por essa perspectiva, foi adotado o modelo de Berenhauser e Pulici (1983) apud TSUTYA (2004), onde por meio de pesquisas determinaram equações para o cálculo do consumo mensal de água em algumas atividades, como: 1) clubes esportivos; 2) edifícios comerciais; 3) escolas de 1º e 2º graus; 4) creches; e 5) escolas de nível superior. A qual esta última se adequa ao CT da UFPB. A equação 1 expressa pelos autores pode ser observada a seguir.

$$C_m = 0,03 \cdot AC + 0,7 \cdot NF + 0,8 \cdot NBS + 50 \quad (\text{eq. 1})$$

Onde: AC = Área construída, m²

NF = Número de funcionários

NBS = Número de Bacias Sanitárias

As variáveis envolvidas na eq. 1 foram obtidas da seguinte forma: i) área construída, obtida através do ATLAS da universidade (ROSA e ROSA, 2013); ii) número de funcionários, obtido através do Relatório de Gestão 2017 realizado pela Pró-Reitoria de Planejamento e Desenvolvimento – PROPLAN; e iii) número de bacias sanitárias, obtidas através de vistorias *in locu*, conforme mostrado na tabela 03 do item resultados.

Após a realização do cálculo de consumo do centro, será possível aplicar os percentuais de redução de consumo de água de cada aparelho economizador introduzido no sistema hidrosanitário. Feito isso, serão feitas análises comparativas de possíveis

cenários: i) sem a introdução de aparelhos economizadores no sistema (tendencial crítico); e ii) com a introdução de aparelhos economizadores de água ao sistema de abastecimento (ideal).

Tendo em vista a não utilização de hidrômetros individualizados nos aparelhos, também não se sabe exatamente o comportamento do consumo por componente na área de estudo. Dessa forma, será adotado o percentual do consumo por componente, obtido através de um estudo realizado em escolas de Florianópolis, denominado “Potencial de economia de água em duas escolas em Florianópolis, SC. – Dez 2011”, mostrado na tabela 03 a seguir.

Tab. 03 – Estimativa do consumo de água. Fonte: FASOLA *et al* (2011).

Aparelho	Escola Municipal		Escola Estadual	
	Consumo (L/dia)	Percentual (%)	Consumo (L/dia)	Percentual (%)
Torneiras de banheiro	166,6	3,9	187,2	3,1
Bacias Sanitárias	841,2	19,6	1830,1	29,8
Mictório	14,1	0,3	2314,1	37,7
Limpeza (torneira)	265,4	6,2	280,0	4,5
Cozinha (torneira)	2.955	68,8	1.486,70	24,2
Bebedouro	51	1,2	44,7	0,7
Total	4.292,9	100,0	6142,7	100,0
Consumo per capita	28,1	-	25,3	-

Essa tabela foi adaptada as condições necessárias para este trabalho, onde serão necessários apenas os percentuais de consumo dos bebedouros e aparelhos hidrosanitários, tais como: torneiras de banheiro, bacias sanitárias e mictórios. Sendo o percentual de consumo dos chuveiros desconsiderados devido ao baixo índice de uso deste componente no centro.

5. RESULTADOS E DISCURSÕES

5.1. Caracterização dos Aparelhos hidráulicos dos banheiros

As vistorias realizadas no processo de pesquisa possibilitaram a criação de banco de dados dos equipamentos existentes no CT, como mostra a tabela 04.

Tabela 04 – Quantitativos de Aparelhos hidrosanitários do CT. Fonte: Relatório da Comissão de Gestão Ambiental da UFPB (2018)

Banheiros	Ducha	Chuveiro	Bacias Sanitárias			Mictório			Torneira (Banheiros)	
			Acoplada	Válvula	Elev.	Coletivo	Autom.	Manual	Hidromec.	Manual
49	7	6	81	13	11	0	39	12	4	87

Torneira (Lab.)		Torneira (Jardim)		Torneira (Copa)		Torneira (Lavatório)		Bebedouros
Autom.	Manual	Autom.	Manual	Autom.	Manual	Autom.	Manual	
0	24	0	18	0	1	0	12	16

Ao observar a tabela 1, é possível notar que a grande variedade de tipologias de aparelhos e componentes hidráulicos existentes no centro, e ao mesmo a pouca disponibilidade de aparelhos de baixo consumo. Em sua maior parte, os aparelhos que existem são convencionais, outros considerados até ultrapassados, como o caso da descarga elevada, que apresenta alto consumo de água.

Vale salientar, que foram observadas uma baixa quantidade de mecanismos que auxiliam a redução do consumo de água, estes foram encontrados apenas em algumas torneiras, no entanto, todas essas se encontravam com defeitos. Já com relação as bacias sanitárias, não foram observadas nenhuma com o mecanismo de duplo acionamento. Em razão disso, é fácil observar a necessidade da criação de um sistema de uso racional da água neste ambiente.

5.2. Estimativa dos Consumos de água no CT

A partir dos dados obtidos na pesquisa, foi possível realizar o cálculo estimativo do consumo médio de água em (m³/mês) do CT, por meio da equação 1. Os dados de entrada bem como o resultado encontrado pode ser observado na Tab. 05.

Tab. 05 – Consumo de água total no CT pelo método de Berenhauer e Pulici (1983).

CT	
Nº de Funcionários	400
Área construída (m²)	26504,2
Nº de Bacias Sanitárias	93
Consumo Total (m³/mês)	8355,7

Azevêdo (2016), em seu estudo denominado “Avaliação do uso da água no Centro de Tecnologia da UFPB” estimou o consumo de água dos laboratórios, rega de jardins e limpeza do CT, estes valores de forma adaptada são demonstrados pela Tab. 06.

Tab. 06 – Consumo de água nos laboratórios do CT. Fonte: Adaptado (AZEVEDO, 2016)

Uso	C (m³/mês)
Estimativa de consumo dos laboratórios	1529,9
Estimativa de consumo na Rega de Jardins	1,104
Estimativa do consumo na Limpeza	19,5
Estimativa do consumo na Cantina	1,5
Total	1550,51

Assim, tomando o consumo total calculado (Tab. 05) e subtraindo os consumos das atividades demonstradas na tabela 06, tem-se o consumo apenas dos banheiros e bebedouros, que é demonstrado na tabela 07.

Tab. 07 – Consumo de água nos Banheiros do CT

Usos	C (m³/mês)
Consumo Total do CT (Calculado)	8355,7
Laboratórios + Rega de Jardins + Limpeza + Cantina	1.550,5
Consumo dos Banheiros	6.805,2

Tomando como referência a tabela 03, foram realizados os cálculos a fim de se estabelecer o comportamento do consumo de água nos aparelhos hidrosanitários dos banheiros e bebedouros do CT na UFPB. Para tal, foi escolhido os percentuais da isso faz com que os percentuais fiquem mais próximos ao do CT visto que há realmente um grande fluxo de usuários nos banheiros conforme a estimativa de 6805,2 m³/mês de consumo neste ambiente. Outro fator levado em conta foi que, como os percentuais referem-se apenas aos banheiros, foi desconsiderado os percentuais das torneiras de cozinha e limpeza. Assim o percentual final sem essas demandas ficou de 71,3. Nesse caso, para o cálculo dos percentuais para o CT foi feita a interpolação desses valores.

Tab. 08 – Adaptação da tabela 03 para o cálculo estimativo do consumo de água no CT

Aparelho	Escola Estadual	
	Consumo (L/dia)	Percentual (%)
Torneiras de banheiro	187,2	3,1
Bacias Sanitárias	1830,1	29,8
Mictório	2314,1	37,7
Limpeza (torneira)	280,0	4,5
Cozinha (torneira)	1.486,70	24,2
Bebedouro	44,7	0,7
Total	6142,7	71,3
Consumo per capita	25,3	-

Assim, os percentuais de consumo por aparelho no CT da UFPB, pode ser observado a seguir na tabela 09:

Tab. 09 – Comportamento do consumo de água dos Banheiros do CT

Aparelhos	Consumo (%)	Consumo (m³/mês)
Bacias Sanitárias	41,80	2844,24
Mictório	52,88	3598,26
Torneiras	4,35	295,88
Bebedouro	0,98	66,81
Total	100,0	6805,2

Devido a baixa incidência de uso, e pequena quantidade de chuveiros e duchas, o percentual de consumo dos mesmos foram desconsiderados.

5.3. Estudo dos Cenários

Com as variáveis e percentuais de consumos já estabelecidos, pôde-se então modelar cenários a fim de se conhecer melhor, o comportamento do consumo de água no CT com base na escolha de possíveis alternativas para o melhoramento e otimização do uso da água neste setor da universidade.

5.3.1 Cenário 1 (Tendencial Crítico)

Atualmente o CT dispõe de poucos aparelhos economizadores de água em seus sistemas hidráulicos e hidrosanitários. Dos 49 banheiros existentes no centro, obteve-se as seguintes informações:

- Descargas:

Tipos de Descarga

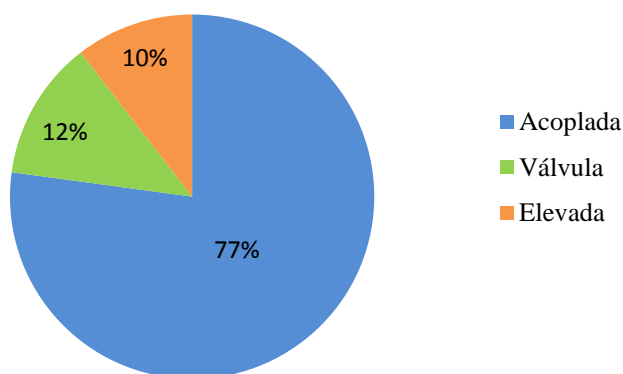


Gráfico 1 – Tipos de Descarga do CT em valores percentuais.

Apesar da grande maioria das descargas vistoriadas serem de volume reduzido (6 litros), não foram encontradas nenhuma munida do dispositivo de duplo acionamento (dual-flush), aparelho que possibilitaria uma maior eficiência no uso das mesmas, dando o poder de escolha ao usuário em vazões de 3 ou 6 litros.

A inexistência de aparelhos economizadores nas bacias sanitárias ocasiona um grande desperdício de água, visto que vazões elevadas são demandadas mesmo sem a necessidade destas.

- Torneiras:

Tipos de Torneiras

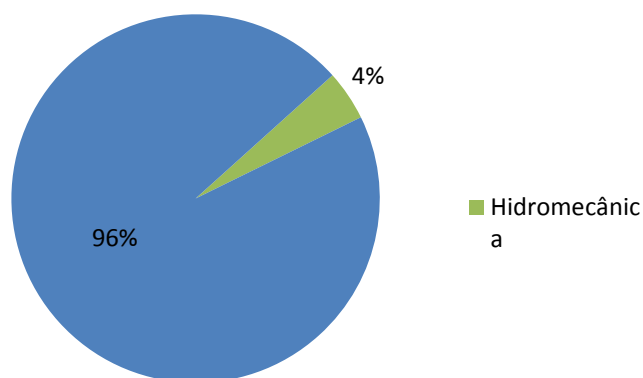


Gráfico 2 – Tipos de Torneiras do CT em valores percentuais.

Das torneiras existentes nos banheiros do CT, a sua grande maioria (96%) é do tipo convencional, ou seja, sem nenhum tipo de dispositivo economizador empregado em seu funcionamento. Já os 4% restantes, são torneiras automatizadas (hidromecânicas), estas por sua vez, possuem em alguns casos, arejadores em seu funcionamento. No entanto, observou-se que todas as torneiras que possuem o dispositivo do tipo arejador, encontram-se com suas funcionalidades comprometidas (com defeito) devido a falta de manutenção das mesmas. Os defeitos nesses aparelhos podem ser atribuídos a colagem do dispositivo na torneira, isso impede a entrada e o fluxo de ar no sistema da torneira causado pelo fechamento dos vazios do dispositivo. O defeito nestes dispositivos impede o pleno funcionamento das torneiras, gerando assim problemas na eficiência da mesma como pode ser observado na figura 06. Por esse motivo, na contabilização dos aparelhos, estas foram quantificadas como sendo convencionais, já que neste estudo não foram levados em conta os defeitos dos aparelhos, apenas a tipologia.



Figura 06 – Torneira com arejador defeituoso (com provável aplicação de cola no arejador) no CT x Torneira com arejador em pleno funcionamento. Fonte: Autor (2019)

- Mictórios:

Tipos de Mictórios

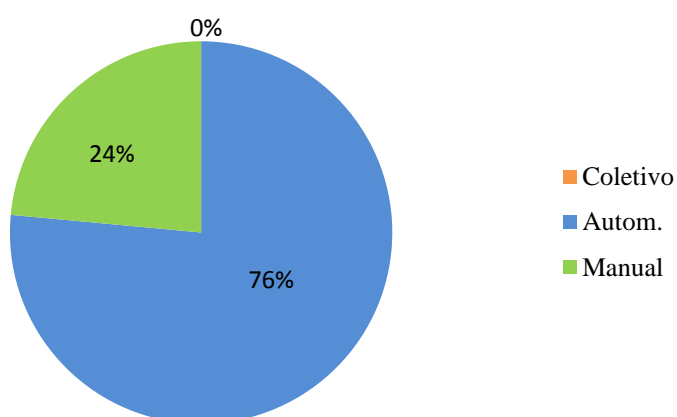


Gráfico 3 – Tipos de Mictórios do CT em valores percentuais.

A exceção a regra no CT está a cargo dos tipos de mictórios existentes, visto que em sua maioria são de válvula automática, considerado um tipo de aparelho economizador, devido ao seu grande potencial de economia quando comparado ao de acionamento manual.

Desta forma, mediante o valor calculado de consumo total da Tab. 05 o CT não sofreria nenhum decréscimo em seu consumo mensal, visto a baixa disponibilidade de aparelhos economizadores de água, exceto em períodos de férias acadêmicas, onde

ocorre uma menor demanda de água devido a diminuição de usuários. Isso implica em um alto custo financeiro, além de um percentual elevado de desperdício.

Neste cenário, mantendo-se as condições existentes, a redução do consumo assim como, desperdício, só seria possível caso houvesse uma mudança no comportamento dos usuários. Porém, para tal, seriam necessários incentivos a educação ambiental por parte dos gestores deste centro.

5.3.2. Cenário 2 (Ideal)

O cenário ideal, é aquele onde a gestão hídrica é feita de maneira mais otimizada possível. Assim, para este caso, serão introduzidos ao sistema aparelhos economizadores de água nos seguintes componentes dos banheiros: i) bacia sanitária; ii) mictório; e iii) torneiras, das quais os percentuais de economia de água de cada aparelho economizador serão retirados da Tab. 10, exceto bacia sanitária.

Na bacia sanitária será adicionado o dispositivo denominado “dual-flush”, que possibilita o usuário escolher a vazão de descarga (3 ou 6 litros) conforme sua necessidade. Considerando que na universidade como um todo, a maior parte dos dejetos (80%)¹ dispostos nas descargas pelos usuários, são líquidos, calcula-se que o percentual de economia que este dispositivo trará é de 40% conforme demonstrado a seguir.

$$\text{Consumo} = 6_{(\text{litros})} \cdot 20\% + 3_{(\text{litros})} \cdot 80\%$$

$$\text{Consumo} = 3,6 \text{ (litros/acionamento)}$$

$$3,6 \text{ (litros/acionamento)} = 60 \% \text{ de Consumo}$$

$$\text{Economia} = 40\%$$

Nos mictórios tem-se a opção da troca de todos os de funcionamento manual por de válvula automática, que resultaria em uma economia de 50%, ou a troca por mictórios sem água, que resultaria em uma economia de 100%. Porém, neste estudo será realizada a troca por válvula automática.

¹ Valor considerado em função da não obtenção de dados de referência.

Já no caso das torneiras a recomendação é a utilização de arejadores, pois os mesmos proporcionam um percentual de economia de 76% em uma pia convencional.

Dessa forma, com a aplicação dos aparelhos economizadores, o novo consumo de água nos banheiros do CT pode ser observado na Tab. 10.

Tab. 10 – Consumo de água dos Banheiros e bebedouros do CT antes e depois da aplicação de aparelhos economizadores.

Aparelhos	Consumo Atual (m³/mês)	Aparelho Economizador	Economia (%)	Economia (m³/mês)	Novo Consumo (m³/mês)
Bacias Sanitárias	2843,62	Dual-flush	50	1421,81	1421,81
Mictório	3597,47	Válvula Automática	50	1798,73	1798,73
Torneiras	295,81	Arejador	76	224,82	71,00
Bebedouro	66,80	-	0	0,00	66,80
Total	6803,7	-	50,6	3389,2	3358,3

Caso a utilização desses aparelhos fossem ampliadas e introduzidas nos sistemas referentes a outros usos do Centro como: rega de jardim, cantina e limpeza a economia seria ainda maior. A Tab. 11 mostra a economia gerada nestes ambientes.

Tab. 11 – Consumo de água referente a outros usos do CT antes e depois da aplicação de aparelhos economizadores.

Usos	Consumo Atual (m³/mês)	Aparelho Economizador	Economia (%)	Economia (m³/mês)	Novo Consumo (m³/mês)
Rega de Jardins	1,104	Regulador de Vazão	50	0,55	0,55
Limpeza	19,5	Restritor de Vazão	76	14,82	4,68
Cantina	1,5	Arejador	76	1,14	0,36
Total	22,1	-	74,7	16,12	5,59

Nesse caso, com a aplicação dos aparelhos economizadores em todos os sistemas hidráulicos do CT, obtêm-se um percentual de economia global. Este pode ser observado na Tab. 12, assim como a economia total de água em m³/mês.

Tab. 12 – Novo consumo de água do CT após aplicação de aparelhos economizadores.

Usos	Consumo Atual (m³/mês)	Economia (%)	Economia (m³/mês)	Novo Consumo (m³/mês)
Banheiros e Bebedouros	6803,7	50,6	3442,67	3361,03
Laboratórios	1529,9	0	0,0	1529,91
Rega de Jardins	1,104	50	0,55	0,55
Limpeza	19,5	76	14,8	4,68
Cantina	1,5	76	1,14	0,36
Total	8355,7	41,4	3459,18	4896,53

A aplicação de dispositivos economizadores nos mais diversos ambientes do centro de estudo, resultaria em uma redução mensal de 41,4% no consumo total de água daquele setor. Em termos de volume, esse valor chega a 3459,18 m³/mês de água que viria a ser economizada, um volume bastante considerável.

Porém, a fim de se obter melhores resultados para gestão e racionalização do uso da água no CT, é recomendável a implantação de aparelhos de medição (hidrômetros, ou micromedidores). Com a implantação destes aparelhos seria possível então conhecer o consumo de água efetivo neste centro. A falta destes aparelhos impede que ocorra um estudo preciso e prejudica a gestão hídrica, visto que não há como se obter o consumo preciso do centro.

A importância da água frente a fenômenos de escassez demonstra a grande necessidade de se gerenciar melhor esse recurso, principalmente com relação à maneira que o homem vem a utiliza-la visto seu grande potencial poluidor e de consumo, assim, a utilização de práticas que visem a economia de água representa grande importância para manutenção e qualidade dos recursos hídricos.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio deste estudo realizado no CT, pode-se constatar que o Centro possui uma grande rede hidráulica dentro dos limites de sua área, porém a gestão desta rede encontra-se fragilizada. A maior parte dos aparelhos hidráulicos/hidrosanitários existentes no centro é do tipo convencional, já outros que possuem dispositivos economizadores apresentam defeito. Dessa forma, o presente estudo possibilitou demonstrar além do cenário tendencial, sem que nada fosse mudado, um cenário ideal para que a gestão e o uso da água passassem a serem feitos de forma mais racional e sustentável.

A introdução de aparelhos economizadores de água nos banheiros do CT, demonstrados no cenário 2, resultaria em uma redução de 50,6% no consumo de água neste ambiente, o que dá em termos de volume uma redução 3445,4 m³/mês. O mesmo cenário ainda mostra que se essas mesmas medidas fossem realizadas em outros ambientes como na rega de jardim, cantina e limpeza, a redução total no consumo destas atividades seria de 74,7% o que dá em termos de volume 16,51 m³/mês. No geral, a troca dos aparelhos em todos esses ambientes do CT (banheiros, rega de jardim, cantina e limpeza), resultaria em uma redução mensal de 41,4% o que dá 3459,18 m³/mês, uma economia de água extremamente considerável.

Para efeito de comparação, caso a demanda de água no CT fosse homogênea durante o ano, e se o consumo fosse conforme calculado (8355,7 m³/mês), em sete meses o consumo de água neste Centro seria de aproximadamente 58.489,9 m³. Já o consumo em um ano com a aplicação de aparelhos economizadores seria de aproximadamente 58.758,3 m³/ano. Assim, observa-se que a substituição dos aparelhos convencionais neste Centro trariam grandes benefícios a instituição, visto que sua aplicação mostrou-se bastante viável em termos de economia de água e redução do desperdício.

Em última análise, a troca dos aparelhos juntamente com a implantação dos aparelhos de medição pertentes (hidrômetros ou micromedidores) é de extrema importância para racionalização do consumo de água no CT. Conforme mostrado neste estudo, a introdução dos aparelhos resultaria em uma grande economia de água, e por consequência economia financeira para a instituição. Ademais, as consequências positivas dessas mudanças no sistema seriam em cadeia, visto que não somente traria

economia de água e financeira, como também apresentaria a comunidade acadêmica este tipo de dispositivo na qual pode vir a ser utilizado em quaisquer ambientes onde a redução do consumo de água seja pertinente, além de promover a conscientização no consumo da água.

7. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Como forma de complementação deste trabalho, é sugerido que, em trabalhos futuros sejam realizadas estimativas, por meio de estudos e pesquisas de mercado, o valor monetário que seria necessário para realização da troca dos aparelhos convencionais por economizadores no CT da UFPB, ou até mesmo em outros Centros da Instituição. Além de estimar também, o período de retorno do investimento realizado.

Essas estimativas seriam de grande importância, pois possibilitariam demonstrar o impacto financeiro que as devidas substituições surtiriam para a instituição, como consequência, seria possível se estabelecer a viabilidade ou não da implementação do sistema de uso racional da água no CT ou em outros setores da universidade.

8. REFERÊNCIAS

- ANA. Água na indústria: Uso e coeficientes técnicos, 2017a. Disponível em: http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/snirh-1/acesso-tematico/usos-da-agua/aguanaindustria_usoecoefficientestecnicos.pdf
- ALEXANDRE, A. C., KALBUSCH, A., HENNING, E. **Avaliação do impacto da substituição de equipamentos hidrosanitários convencionais por equipamentos economizadores no consumo de água.** Joinville, Set./out.2017.
- AZEVEDO, Bianca Maria Limeira de. **Avaliação do uso da água no centro de tecnologia da UFPB.** 2006. 59 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade federal da Paraíba, João Pessoa, 2006.
- BARBERÁN, R.; EGEA, P.; GRACIA-DE-RENTERÍA, P.; SALVADOR, M. (2013) **Evaluation of water saving measures in hotels: a Spanish case study.** *International Journal of Hospitality Management*, v. 34, n. 1, p. 181-191.
- BERENHAUSER, J.C.B.; PULICI, C. **Previsão de Consumo de Água por Tipo de Ocupação do Imóvel.** In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 12. Balneário Camboriú, Santa Catarina, 1983. 34 p.
- CAMPOS, F. J. B.; RAMOS, H. R. **Aplicação do Modelo TBL em um Hospital Público.** (2014). Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade – GeAS. Vol. 3, N. 1. Jan-Abr/2014, p. 124-138.
- CORTÉS, F. A. **Water conservation in cities.** In: CONSERV 93, 1993. Proceedings. Las vegas, December 1993, p. 31 – 42
- COMISSÃO DE GESTÃO AMBIENTAL. Universidade Federal da Paraíba. **Relatório.** João Pessoa, 2018. Relatório.
- DECA. Aparelhos economizadores. Disponível em: <<http://www.deca.com.br>>.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Expert meeting on international investment in the agricultural sector of developing countries 22-23 November 2011, FAO HQ, Rome

IDEC (2002) - Consumo sustentável: Manual de educação. Brasília: Consumers International/ MMA/ IDEC. Disponível em: http://www.idec.org.br/esp_ma_manualconsumo.asp>.

MARINHO, Elizabeth Cândida de Araújo. **Uso racional da água em edificações públicas**. Dezembro/2007. Monografia-Escola de Engenharia da UFMG. Dezembro/2007.

MIERZWA, J. C.; HESPANHOL, I. **Água na indústria: uso racional e reuso**. São Paulo: Oficina de Textos, 2005.

OLIVEIRA, L. H. 1999. **Metodologia para a Implantação de Programa de Uso Racional da Água em Edifícios**. Tese (Doutorado em Engenharia da Construção Civil). Departamento de Engenharia. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - São Paulo.

REBOUÇAS, A. C. **Água no Brasil: abundância, desperdício e escassez**. Bahia Análise & Dados, v.13, 2003

RODRIGUES, L. C. S. **Avaliação da eficiência de dispositivos economizadores de água em edifícios residenciais em Vitória-ES**. 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental)–Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória (ES).

ROSA, P.. ROSA C. Atlas Geográfico da UFPB: Planos de Informação do Campus I. João Pessoa: Editora UFPB, 2013.

SILVA-AFONSO, A.; PIMENTEL-RODRIGUES, C.; MEIRELES, I.; SOUSA, V. (2015) **Feasibility study of water saving measures in university campuses buildings: a case study of the University of Aveiro**. In: Water Efficiency Conference. *Anais...* p. 88-97.

SABESP/IPT Guia para parametrização do consumo de água na Região Metropolitana de São Paulo. Relatório técnico, 2000.

TAVARES, D. M; MACHADO, L. R.R; ALMEIDA, N. V. **Monitoramento e gestão do consumo de água no Campus I da Universidade Federal da Paraíba**. V

Congresso Nacional e Educação Ambiental & VII Encontro nordestino de Biogeografia, João Pessoa, Outubro/2017.

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

TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis**. Navegar Editora, São Paulo, 2003.

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI : enfrentando a escassez**. São Carlos: Rima, 2003. 247p.

TSUTIYA, M. T. **Abastecimento de água**. 3ª edição. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica de São Paulo, 2006.

UNEP (2011d) *Forests: Investing in Natural Capital*, Sustainable Development and Poverty Eradication, United Nations Environment Programme, Nairobi, pp. 151-195. Available at: <https://www.unep.org/greeneconomy/portals/88/documents/ger/5.0Forests.pdf>.

VILLIERS M. de. **Água**. 1 ed. Editora Ediouro, 2002. 457p.

YOSHIMOTO, P. M; SILVA, S. M. N. **Uso racional de água**. Capítulo 6. In. Redução do Custo de Energia Elétrica em Sistemas de Abastecimento de água. ABES. São Paulo, 2001.