



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS PROFESSORA MARIA DA PENHA
CENTRO DE CIÊNCIAS, TECNOLOGIA E SAÚDE
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

GÊNNEFY PRISCILLA FERREIRA GOMES

**ESTIMATIVA DA ECONOMIA DE ÁGUA ATRAVÉS DO USO DE APARELHOS
POUPADORES EM INSTITUIÇÃO ESCOLAR DE ITAPETIM-PE**

**ARARUNA - PB
2016**

GÊNEFY PRISCILLA FERREIRA GOMES

**ESTIMATIVA DA ECONOMIA DE ÁGUA ATRAVÉS DO USO DE APARELHOS
POUPADORES EM INSTITUIÇÃO ESCOLAR DE ITAPETIM-PE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Engenharia Civil da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de concentração: Recursos Hídricos.

Orientador: Profa. Me. Maria José de Sousa Cordão.

**ARARUNA - PB
2016**

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

G633e Gomes, Gênnefy Priscilla Ferreira
Estimativa da economia de água através do uso de aparelhos poupadores em instituição escolar de Itapetim-PE [manuscrito] / Gênnefy Priscilla Ferreira Gomes. - 2016.
28 p. : il. color.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em ENGENHARIA CIVIL) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Tecnologia e Saúde, 2016.

"Orientação: Profa. Me. Maria José de Sousa Cordão, Departamento de Engenharia Civil".

1. Demanda. 2. Água. 3. Aparelhos poupadores. I. Título.

21. ed. CDD 628.72

GÊNNEFY PRISCILLA FERREIRA GOMES

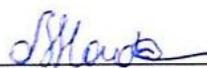
ESTIMATIVA DA ECONOMIA DE ÁGUA ATRAVÉS DO USO DE APARELHOS
POUPADORES EM INSTITUIÇÃO ESCOLAR DE ITAPETIM-PE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Engenharia Civil da
Universidade Estadual da Paraíba, como
requisito para obtenção do título de Bacharel
em Engenharia Civil.

Área de concentração: Recursos Hídricos.

Aprovada em: 02/11/2016.

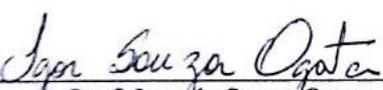
BANCA EXAMINADORA



Prof. Me. Maria José de Sousa Cordão (Orientador)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Erick dos Santos Leal
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Igor de Sousa Ogata
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Aos meus pais, Inácio e Joselma,
pelo incentivo e todo apoio.

Aos meus professores, com destaque
a minha orientadora

Professora Me. Maria José de Sousa Cordão,
DEDICO-LHES o presente trabalho.

RESUMO

O uso desordenado da água e os baixos índices pluviométricos em várias regiões têm levado a escassez hídrica. Dessa forma, a melhor maneira de gerenciar a demanda é adotar alternativas que promovam uma maior conservação e uso sustentável da água, sejam elas tecnológicas, educacionais, econômicas ou institucionais. O exposto trabalho tem por finalidade demonstrar a economia de água gerada com a adoção de uma alternativa tecnológica numa Escola de Referência em Ensino Médio, por meio do uso de aparelhos poupadores de água – bacias sanitárias e torneiras –, já que a mesma passa por problemas devido ao tamanho do reservatório em relação ao número de usuários. Para a realização desse estudo, foram feitas entrevistas com os usuários, para, em seguida, estimar-se o consumo de água com os aparelhos da escola e, através de simulações, estimar o consumo com os aparelhos poupadores, possibilitando, desse modo, o conhecimento da economia hídrica com o uso da alternativa tecnológica. Os resultados mostram que a instalação dos aparelhos poupadores é uma medida viável, pois geraria uma economia de água de 50% (cinquenta por cento) em relação aos aparelhos atualmente utilizados. Por fim, conclui-se que o problema da escola não é só o tamanho do reservatório, mas sim, o desperdício de água por parte de alguns usuários e a falta da adoção de uma medida que busque o uso racional.

Palavras-Chave: Demanda. Água. Aparelhos poupadores.

ABSTRACT

Uncontrolled use of water and low rainfall in many regions have led to water scarcity. Thus, the best way to manage demand is to adopt alternatives to promote greater conservation and sustainable use of water, whether technological, educational, economic or institutional. The foregoing study aims to demonstrate water savings generated by the adoption of an alternative technology in a high school in Reference School, through the use of water saving devices - toilets and faucets - since it goes through problems due to reservoir size in relation to the number of users. To perform this study, interviews with users were asked to then estimate the water consumption with school systems and through simulations, estimate consumption with sparing devices, allowing thus the knowledge of the water economy with the use of alternative technology. The results show that the installation of savers devices is a quite feasible measure as generate a water saving of 50% (fifty percent) compared to the devices currently used. Finally, it is concluded that the problem of the school is not only the size of the reservoir, but the water waste by some users and the lack of adoption of a measure that seeks the rational use.

Keywords: Demand. Water. Sparing appliances.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. OBJETIVOS	10
2.1. OBJETIVO GERAL.....	10
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
3. REVISÃO DE LITERATURA	10
3.1. USO SUSTENTÁVEL DA ÁGUA.....	10
3.2. GERENCIAMENTO DA DEMANDA DE ÁGUA.....	11
3.2.1. Aparelhos poupadores de água	13
4. METODOLOGIA	15
4.1. CARACTERIZAÇÃO DA EREMTT EM ITAPETIM-PE	15
4.2.1. Registros da estrutura humana	17
4.2.2. Registros da estrutura física	17
4.2.3. Registros da estrutura orgânica	18
4.2. DISTRIBUIÇÃO DA REDE DE ABASTECIMENTO.....	18
4.3. CONSUMO MÉDIO MENSAL DO APARELHO CONVENCIONAL.....	19
4.4. CONSUMO MÉDIO MENSAL DO APARELHO POUPADOR	20
4.5. ECONOMIA DE ÁGUA.....	21
5. RESULTADOS	21
5.1. CONSUMO MÉDIO MENSAL DO APARELHO CONVENCIONAL.....	21
5.2. CONSUMO MÉDIO MENSAL DO APARELHO POUPADOR	23
5.3. RESULTADO DAS ENTREVISTAS QUANTO A ECONOMIA DE ÁGUA	24
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	25
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26
APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO AOS USUÁRIOS DE ÁGUA DA EREMTT	28

1. INTRODUÇÃO

Desde o século XX, com o crescimento industrial, o desenvolvimento urbano acelerou e trouxe consigo a competição entre muitos recursos, dentre eles a água que passou a ser utilizada de forma descontrolada, vindo a causar uma crise socioambiental, principalmente em lugares cuja concentração populacional aumentou, contribuindo para redução da qualidade e quantidade dos recursos hídricos (SILVA *et al.*, 2010).

No ano 2000, no intuito de se evitar escassez de água, foi realizada na Holanda a Declaração de Haia que definiu a água como um bem de domínio público e um recurso natural limitado, devendo ser dotado de valor econômico para garantir uma maior racionalização e maior oferta de água para gerações atuais e futuras (SILVA *et al.*, 2010).

Hoje, mesmo com acompanhamentos constantes e regras restritivas para o uso da água, muitos estados brasileiros enfrentam uma crise hídrica devido ao baixo índice pluviométrico de algumas regiões (ANA, 2016). Assim, segundo Appan (1999 *apud* ALBUQUERQUE, 2004), o novo desafio tem sido suprir a demanda de água para a população cresce devido ao aumento populacional, ao aumento da necessidade de água nas indústrias, agricultura e poluição das reservas hídricas.

Tendo em vista que gerenciamento de demanda de água (GDA) parte-se da adoção de alternativas que garantem o uso hídrico mais eficiente, na busca de uma maior disponibilidade de água com redução de custo e uso sustentável, muitas medidas podem ser tomadas para um melhor aproveitamento da água e diminuição de perdas e desperdícios (SOARES, 2012).

Tais medidas podem ser estruturais, que dizem respeito à instalação de aparelhos poupadores, reuso de água, captação de água da chuva, medição individualizada em edifícios etc; e não-estruturais, que se referem às mudanças no comportamento do usuário através de programas e campanhas de educação ambiental, medidas de racionamento, regras, entre outras formas de controlar o uso (SOARES, 2012).

Dentro desta realidade, foi desenvolvido o presente estudo que buscou calcular a economia de água gerada através da adoção de aparelhos poupadores na Escola de Referência em Ensino Médio Teresa Torres - EREMTT, localizada no centro urbano da cidade de Itapetim-PE, visto que a região apresenta histórico de seca e a instituição escolar, objeto do estudo, enfrenta difícil situação devido à capacidade de o reservatório de armazenamento de água ser incompatível com a quantidade de usuários.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Estimar a economia de água através da adoção de uma alternativa tecnológica de gerenciamento de demanda de água para a EREMTT, o uso de aparelhos poupadores.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar o consumo de água utilizando aparelhos instalados na EREMTT;
- Verificar o consumo de água utilizando aparelhos poupadores;
- Verificar a economia de água com o uso de aparelho poupadores.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. USO SUSTENTÁVEL DA ÁGUA

Em 1987, a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento elaborou o Relatório de Brundtland que consolidou e popularizou o conceito de desenvolvimento sustentável, cujo entendimento está em suprir as necessidades das gerações atuais sem comprometimento do que é indispensável para as gerações futuras (ALBUQUERQUE, 2004).

Um importante fator para desenvolver tal conceito é começar pelo uso sustentável da água como propõe a Agenda 21, documento elaborado pela Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, mais conhecida como ECO-92, através de seu capítulo 18 “Proteção da Qualidade e do Abastecimento dos Recursos Hídricos: Aplicação de Critérios Integrados no Desenvolvimento, Manejo e Uso dos Recursos Hídricos” (BORGES, 2003).

O Brasil, na busca por um desenvolvimento sustentável e maior oferta de água, desenvolveu política, programas e leis como, por exemplo, Código das Águas de 1934, Constituição Federal de 1988, Política Nacional de Recursos Hídricos – Lei 9.433/97, ANA (Agência Nacional de Águas) e PNCDA (Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água), para melhor gerenciar a água doce de seu território (SOARES, 2012). Esse

desenvolvimento, segundo o ex-Secretário Nacional de Recursos Hídricos, Raymundo José Santos Garrido se deu pelos seguintes motivos (BORGES, 2003):

- períodos de seca que atingem a Região Nordeste;
- enchentes que constantemente assolam a Região Sudeste;
- contaminação dos corpos d'água, em virtude do crescimento populacional e das atividades industriais;
- conflitos pela água.

Observa-se, portanto, que para o uso racional dos recursos hídricos, há a necessidade da elaboração de programas e alternativas que englobem a gestão da oferta e gestão da demanda. Consoante apresenta Tomaz (2001 *apud* GUEDES, 2009):

- procurar reduzir a demanda de água;
- melhorar o uso da água com diminuição de perdas e desperdícios;
- implantar práticas e tecnologias para economia hídrica;
- informar e conscientizar os usuários.

3.2. GERENCIAMENTO DA DEMANDA DE ÁGUA

Os recursos hídricos no Brasil possuem disponibilidade, porém devido à má distribuição destes e ao crescimento populacional, surgiu um desequilíbrio entre oferta e demanda (MARINOSKI, 2007).

Em decorrência disto, do conhecimento da água como um recurso natural limitado e na tentativa de se evitar escassez, a Lei 9.433/97 instituiu o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH) que possui como objetivos:

- I. Coordenar a gestão integrada das águas;
- II. Arbitrar administrativamente os conflitos relacionados com os recursos hídricos;
- III. Implementar a Política Nacional de Recursos Hídricos;
- IV. Planejar, regular e controlar o uso, preservação e a recuperação dos recursos hídricos;

V. Promover a cobrança pelo uso de recursos hídricos.

Em nosso país, a gestão integrada das águas aborda não só o gerenciamento da oferta da água, como também o gerenciamento da demanda que pode ser realizado através do uso de alternativas que reduzem o consumo de água doce, a qual se apresenta na Figura 1 e induz o uso eficiente e sustentável da mesma (GUEDES, 2009).

Figura 1 - Consumo de água doce no Brasil



Fonte: ANA, 2009

Para reduzir esse consumo, as medidas a serem adotadas podem ser de caráter econômico, tecnológico, institucional ou educacional. De acordo, com Ribeiro & Braga (2008 *apud* GUEDES, 2009), essas medidas são caracterizadas por:

- Medidas tecnológicas: medição individualizada em edifícios, instalações prediais que reduzam o consumo, sistemas individuais ou comunitários de captação de água de chuva, reuso de água, micro e macromedição na rede, sistemas automatizados de monitoramento e controle da rede de distribuição, aparelhos hidrossanitários, entre outros;
- Medidas educacionais: incorporação da questão da água aos currículos escolares, programas e campanhas de educação ambiental, adequação dos currículos dos cursos técnicos e universitários, programas de reciclagem para profissionais, entre outros;
- Medidas econômicas: estímulos fiscais para redução de consumo e adoção de novos instrumentos tecnológicos, tarifação que estimule o uso eficiente da água sem penalizar os usuários mais frágeis economicamente, estímulo ou penalização financeira que

induzam o aumento da eficiência da concessionária de distribuição de água, cobrança pelo uso da água bruta, entre outros;

- Medidas regulatórias/institucionais: legislação que induza o uso racional da água, regulamentação de uso da água para usos externos, regulamentação de novos sistemas construtivos e de instalações prediais, regulamentação mais adequada da prestação do serviço de concessão e distribuição de água, outorga dos direitos de uso da água, criação de comitês de bacias, entre outros.

A pesquisa ora desenvolvida foi realizada com base no estudo de uma medida tecnológica de GDA, o uso de aparelhos hidrossanitários poupadores de água: bacia sanitária com bi comando e torneiras com arejadores.

3.2.1. Aparelhos poupadores de água

Equipamentos economizadores de água são uma das muitas soluções para um bom gerenciamento da demanda hídrica, pois a redução no consumo se alcança independente das ações dos usuários (LOMBARDI, 2012).

Bacia Sanitária

De acordo com Lombardi (2012), bacias sanitárias com volume de descarga reduzido (VDR) começaram a ser comercializadas no Brasil em 1999 e deste então muitos tipos tem surgido com o objetivo de promover economia. Esse equipamento se destina a fins higiênicos e suas funções podem ser por gravidade (mais utilizada), pressão e vácuo.

As bacias podem ser de vários modelos: com caixas acopladas, caixas externas, válvulas externas e válvulas embutidas. As de caixas acopladas são conhecidas por promover o arraste de dejetos com apenas 6 litros/acionamento, além de ser facilmente instaladas. Já as de válvulas embutidas são conhecidas como as que mais gastam água. Contudo, as bacias mais econômicas são as de acionamento seletivo, como é o caso das bacias com bi comando com 3litros/acionamento utilizadas para dejetos líquidos e 6 litros/acionamento para dejetos sólidos (Figura 2) (SOARES, 2012).

Figura 2 - Bacia sanitária com bi comando



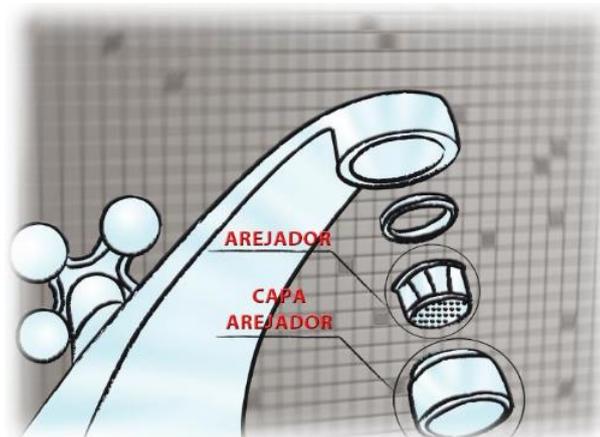
Fonte: Lombardi, 2012

Torneiras

As torneiras são equipamentos de controle de fluxo que, quando acionados, liberam uma determinada vazão e podem causar vazamentos, quando mal fechadas. Logo, na busca de se evitar tais vazamentos e produzir algo que reduz o consumo de água, as empresas desenvolveram vários modelos de torneiras economizadoras, são elas: com arejadores, com fechamento automático, sensor de presença, entre outras.

As torneiras com arejadores (Figura 3) funcionam controlando melhor o fluxo de água. Estes são fixados na saída da torneira para reduzir a passagem de água e possuem orifícios laterais para entrada de ar durante o ligamento da torneira, diminuindo 50% (cinquenta por cento) do volume de água (SOARES, 2012).

Figura 3 - Torneira com arejador

Fonte: www.cec.com.br

4. METODOLOGIA

4.1. CARACTERIZAÇÃO DA EREMTT EM ITAPETIM-PE

A cidade de Itapetim, também conhecida como Ventre Imortal da Poesia, localiza-se no Estado de Pernambuco, dista 385,6 km da capital Recife, na Macrorregião do Sertão de Pernambuco e na Microrregião do Pajeú, a 637 m de altitude em relação ao nível do mar. Apresenta um clima semiárido quente e conta com uma área territorial de 404,851 km², na qual a população é de 13.708 habitantes. Limita-se ao Norte com o estado da Paraíba, ao Sul com São José do Egito, ao Leste com o estado da Paraíba e ao Oeste com São José do Egito e Brejinho (IBGE, 2016).

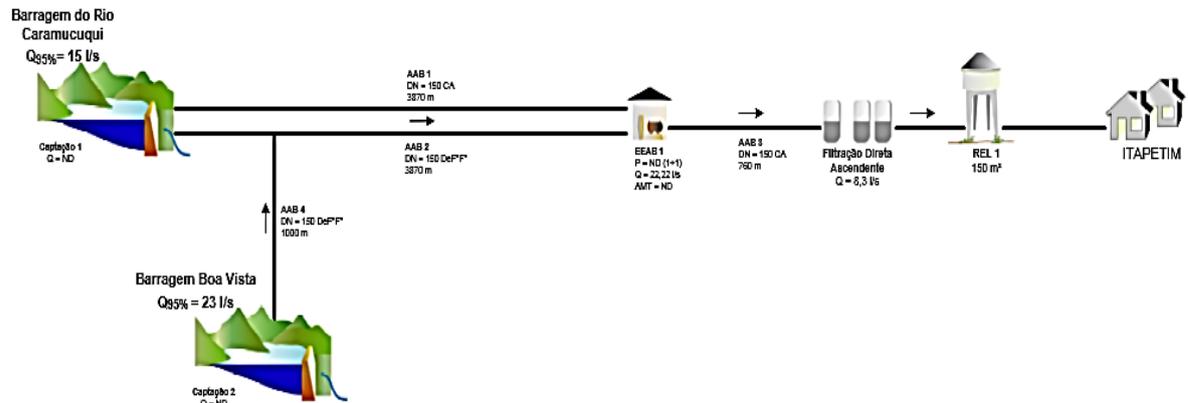
O município é totalmente inserido na Bacia Hidrográfica do Rio Pajeú (a maior do estado de Pernambuco), como mostra a Figura 4, e seu sistema de abastecimento é suprido pelas barragens Rio Caramucuqui, de 777.182 m³, e Boa Vista de 1.632.187 m³, cujos serviços são prestados pela COMPESA – Companhia Pernambucana de Saneamento (APAC, 2016).

Figura 4 - Rio Pajeú



Fonte: cabrasdelampiao.com.br

Figura 5 - Sistema isolado de Itapetim



Fonte: ANA, 2009

No decorrer de sua história, a cidade enfrentou alguns episódios de seca, na qual a última foi iniciada em 2013, deixando a cidade de Itapetim em colapso total e perdurando por quase três anos. Porém, desde abril de 2016, o sistema de abastecimento voltou a funcionar após chuvas ocorridas na última semana de março que, segundo a Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC) foram de 262,5 milímetros, mais que o dobro das chuvas registradas no mesmo período em 2015. Isso, deixando o manancial de Boa Vista com 51% de sua capacidade total e a barragem Rio Caramucuqui completamente cheia, o que estima um suprimento da demanda de água por até três anos, caso não chova novamente na região (COMPESA, 2016).

O local escolhido para o estudo foi uma instituição escolar estadual denominada Escola de Referência em Ensino Médio Teresa Torres – EREMTT, que pelos registros das Atas, foi fundada em 11 de junho de 1961, passando a funcionar na condição de grupo escolar, com a denominação de Grupo Escolar Teresa Torres.

A escola é vinculada à Gerência Regional de Educação do Sertão do Alto Pajeú, tendo sua sede na cidade de Afogados da Ingazeira-PE. Encontra-se localizada na Av. Clístenes Leal – S/n, Centro, na cidade de Itapetim-PE, e pertence ao Programa de Educação Integral criado pela Lei Complementar n. 125, de 10 de julho de 2008, mantido pelo Governo do Estado de Pernambuco.

Figura 6 – Localização da Escola de Referência em Ensino Médio Teresa Torres



Fonte: Google Earth

4.2.1. Registros da estrutura humana

Conforme a diretora, os recursos humanos da escola englobam diretora, vice-diretora, 21 professores: 15 efetivos e 4 contratados; 361 alunos, distribuídos da seguinte forma: 298 no Ensino Médio, e 43 na EJA; 1 secretária; 2 educadoras de apoio; 3 bibliotecários; 2 técnicos educacionais; 4 auxiliares de serviços administrativos; 5 assistentes administrativos educacionais; 4 merendeiras; 2 guardas patrimoniais; 1 porteiro; e ainda que não seja palco de constantes violências, a Secretaria de Educação do Estado, em convênio com a Secretaria de Defesa Social, destinou 2 dois policiais militares para garantir a segurança permanente na escola, que se revezam durante os três turnos (manhã, tarde e noite), além da visita diária da escolta policial que ronda nas dependências da escola.

4.2.2. Registros da estrutura física

A estrutura física da escola é constituída de 20 salas onde alocam cada uma, a Direção/Direção Adjunta, Secretaria e os Serviços de Apoio Pedagógico, o Laboratório de Matemática e o Laboratório de Ciências. Ademais, a escola conta ainda com 14 salas de aula, 1 sala na qual estão instalados os Jogos Lúdicos, tais como: xadrez, damas e outros e o Grêmio Estudantil, complementando sua estrutura física com 1 refeitório, 2 banheiros masculinos e 2 femininos, 1 quadra de esporte, 1 almoxarifado, 1 pátio com jardim na entrada da escola e 1

área livre de relativo tamanho, que facilita a circulação dos alunos e professores. Possuindo ainda, várias rampas de acesso para pessoas portadoras de necessidades especiais.

4.2.3. Registros da estrutura orgânica

A escola possui uma estrutura orgânica bem definida, composta de órgãos administrativos, com atribuições/competências estabelecidas pelo Regimento do educandário.

Os setores da escola são direcionados pela *equipe gestora*, que têm como finalidade a garantia dos objetivos educacionais, quer no âmbito macroeducativo, quer nas especificidades da instituição de ensino, e compõe-se de *direção*, *direção adjunta* e uma *secretaria*.

A escola detém um *serviço de apoio pedagógico* composto por professores, pela coordenação pedagógica, de uma biblioteca, de um laboratório de informática, de uma central de tecnologia e uma equipe técnico-pedagógica. Assim como, os serviços gerais de apoio administrativo e os órgãos colegiados de apoio institucional, compostos de um conselho escolar, um conselho de classe e do grêmio estudantil.

4.2. DISTRIBUIÇÃO DA REDE DE ABASTECIMENTO

O conhecimento da distribuição da rede hidráulica interna deu-se através de informações dos funcionários da escola, pois recentemente a EREMTT teve suas instalações hidráulicas e elétricas reinstaladas por uma empresa especializada, a mando do governo estadual, a qual não deixou as plantas dos projetos no estabelecimento, impedindo a fundo o conhecimento do percurso e do diâmetro das tubulações.

De anotar que a tubulação é toda em PVC e recebe água oriunda do abastecimento da cidade que apresenta boa qualidade, porém insuficiente para o consumo interior na escola. Como observado, a reserva hídrica da instituição consta de 30.000L, sendo um reservatório inferior de 25.000L, que ao receber a água do abastecimento da cidade, promove o transporte da mesma, através de uma bomba, para um reservatório superior de 5.000L.

A EREMTT conta ainda com muitos pontos de utilização, como mostra a tabela abaixo (Tabela 1):

Tabela 1 - Pontos de consumo da EREMTT

Aparelho Hidrossanitário	Bacia Sanitária	Torneira (banheiros, jardim e cozinha)
Quantidade	11	13

O estabelecimento recebe água do sistema urbano de 15 em 15 dias, de modo que na falta de água a solução é a compra em carros-pipa. Logo, em posse desses dados e na busca de incentivar um uso mais eficiente e prolongado da água para os usuários, foi proporcionado a adoção de uma alternativa tecnológica que reduz o consumo de água significativamente.

Tal medida de conservação hídrica, consiste em adoção de aparelhos hidrossanitários poupadores de água. Os aparelhos podem ser de vários tipos, porém, no presente estudo foram adotados: bacia sanitária com válvula de acionamento seletivo (bi comando: 3 litros/acionamento para excreção líquida e 6 litros/acionamento para excreção sólida) e torneira com arejador para banheiro, cozinha e jardim.

Assim, valendo-se dos métodos de cálculos utilizados por Guedes (2009), foi possível obter o consumo mensal dos aparelhos utilizados na escola e dos aparelhos poupadores para, por fim se ter ideia da economia de água gerada com a utilização da alternativa tecnológica. Para isso, foi necessário a realização de entrevistas sobre o uso dos aparelhos, as quais se deram aleatoriamente com 90 (noventa) integrantes da escola, desde alunos a funcionários e se deram através de questionários com perguntas abertas e fechadas (Apêndice A), abordando indagações tais como:

- frequência e tempo de uso dos aparelhos sanitários;
- sugestão de medidas para a economia de água na escola.

4.3. CONSUMO MÉDIO MENSAL DO APARELHO CONVENCIONAL

O cálculo do consumo médio mensal de água foi realizado pela Equação 1, com base nas frequências e nos tempos de uso dos aparelhos – bacias sanitárias e torneiras - obtidos nas entrevistas, e no número de pessoas que as utilizam:

$$CAC = DCA * CM \quad (1)$$

onde:

CAC é o consumo médio mensal de água do aparelho convencional (m³/mês);

DCA é a distribuição de consumo de água do aparelho em relação ao consumo total, que segundo Soares (2012) é estimada valendo-se das entrevistas, da quantidade total de usuários e dias de utilização no mês, além de contar com o volume de descarga da bacia sanitária em utilização e, para as torneiras, contar com a vazão liberada;

CM é a média do consumo mensal da escola ($m^3/mês$), obtida através dos dados fornecidos pela Compesa, desde a volta do abastecimento urbano de água, ou seja, a média dos dados do mês de abril até setembro deste ano, como mostra na tabela 2:

Tabela 2 - Consumo mensal de água na EREMTT

Mês	Consumo de água (m^3)
Abril	54
Maio	38
Junho	51
Julho	71
Agosto	54
Setembro	75

Fonte: Compesa 2016

4.4. CONSUMO MÉDIO MENSAL DO APARELHO POUADOR

Em posse do valor do consumo médio mensal do aparelho convencional, o consumo médio mensal do aparelho poupador foi obtido por:

$$CAP = (1 - Fr) * CAC \quad (2)$$

onde:

CAP é o consumo mensal com a implementação do aparelho poupador ($m^3/mês$);

Fr é o fator de redução de consumo de água por aparelho hidrossanitário (dado fornecido pelo fabricante, que representa a razão entre a vazão do aparelho poupador e convencional), que nos aparelhos em questão, é de 50% para a bacia sanitária pôr a mesma liberar em média 4,5 litros/acionamento e, como comprovado em outros estudos, 50% para as torneiras devido ao arejador reduzir sua vazão pela metade.

4.5. ECONOMIA DE ÁGUA

O cálculo da economia de água gerada foi obtido pela diferença entre o consumo mensal de água do aparelho em utilização e o consumo mensal de água do aparelho poupador:

$$\text{Economia de água} = CAC - CAP \quad (3)$$

5. RESULTADOS

5.1. CONSUMO MÉDIO MENSAL DO APARELHO CONVENCIONAL

Para a distribuição de consumo das bacias sanitárias, foi considerada a utilização das mesmas em cinco dias da semana, no caso 20 (vinte) dias no mês, o volume da caixa de descarga nos banheiros da escola é de 9 (nove) litros, e a frequência de uso se apresenta pelo Gráfico 1 abaixo.

Gráfico 1 - Frequência de uso da bacia sanitária na EREMTT



Logo, o consumo de água na bacia sanitária foi de 167,16 m³/mês - resultado da soma dos consumos seguintes:

- 1 vez: $DCA = 38\% * 410 \text{ usuários} * 1 \text{ vez} * 9 \text{ litros} * 20 \text{ dias} = 28,044 \text{ m}^3$
- 2 vezes: $DCA = 25,5\% * 410 \text{ usuários} * 2 \text{ vezes} * 9 \text{ litros} * 20 \text{ dias} = 37,638 \text{ m}^3$
- 3 vezes: $DCA = 15,5\% * 410 \text{ usuários} * 3 \text{ vezes} * 9 \text{ litros} * 20 \text{ dias} = 34,317 \text{ m}^3$
- 4 vezes: $DCA = 14\% * 410 \text{ usuários} * 4 \text{ vezes} * 9 \text{ litros} * 20 \text{ dias} = 41,328 \text{ m}^3$
- 5 vezes ou mais: $DCA = 7\% * 410 \text{ usuários} * 5 \text{ vezes} * 9 \text{ litros} * 20 \text{ dias} = 25,830 \text{ m}^3$

Para determinação do consumo da torneira temos:

Gráfico 2 - Frequência de uso das torneiras na EREMTT



Gráfico 3 - Tempo de uso das torneiras na EREMTT



De início, foi calculada a quantidade de vezes de utilização da torneira:

- 1 vez: $27\% * 410 \text{ usuários} * 1 \text{ vez} \cong 111 \text{ vezes}$
- 2 vezes: $21\% * 410 \text{ usuários} * 2 \text{ vezes} \cong 172 \text{ vezes}$
- 3 vezes: $13\% * 410 \text{ usuários} * 3 \text{ vezes} \cong 160 \text{ vezes}$
- 4 vezes: $16\% * 410 \text{ usuários} * 4 \text{ vezes} \cong 262 \text{ vezes}$
- 5 ou mais vezes: $23\% * 410 \text{ usuários} * 5 \text{ vezes} \cong 472 \text{ vezes}$

Logo, a quantidade total de vezes que a torneira é utilizada no dia é 1177 vezes. Porém, para se ter a distribuição de consumo de água, foi fundamental ter-se o tempo diário de uso:

- 1 minuto: $1177 \text{ vezes} * 53\% * 60 \text{ segundos} = 37428,6 \text{ segundos}$
- 2 minutos: $1177 \text{ vezes} * 30\% * 120 \text{ segundos} = 42372 \text{ segundos}$
- 3 minutos: $1177 \text{ vezes} * 6\% * 180 \text{ segundos} = 12711,6 \text{ segundos}$
- 4 minutos: $1177 \text{ vezes} * 2\% * 240 \text{ segundos} = 5649,6 \text{ segundos}$
- 5 minutos ou mais: $1177 \text{ vezes} * 9\% * 300 \text{ segundos} = 31779 \text{ segundos}$

Assim, na obtenção do consumo hídrico das torneiras, foi de fundamental importância o valor da vazão destas, o qual foi encontrado com auxílio de um recipiente, marcando-se o tempo que o mesmo levou para encher. Esse procedimento foi realizado três vezes e a vazão média obtida foi de 0,082L/s.

- $37428,6 \text{ segundos} * \frac{0,082L}{s} * 20 \text{ dias} = 61383L$
- $42372 \text{ segundos} * \frac{0,082L}{s} * 20 \text{ dias} = 69490L$
- $12711,6 \text{ segundos} * \frac{0,082L}{s} * 20 \text{ dias} = 20847L$
- $5649,6 \text{ segundos} * \frac{0,082L}{s} * 20 \text{ dias} = 9265L$
- $31779 \text{ segundos} * \frac{0,082L}{s} * 20 \text{ dias} = 52118L$

Logo, o consumo hídrico das torneiras foi de 213103L que equivale a 213,103 m³/mês.

Em posse desses valores de consumo, temos que o consumo total de água na EREMTT é de 380,263 m³/mês, o que leva a distribuição de consumo de água a ser de **56%** para torneiras e **44%** para bacias sanitárias.

Com os dados fornecidos pela Compesa, a média do consumo mensal de água na escola foi de **57,17 m³**. Assim, o consumo médio mensal foi:

Bacia Sanitária: $CAC = DCA * CM = 44\% * 57,17 \text{ m}^3/\text{mês} \cong 25,16 \text{ m}^3/\text{mês}$

Torneiras: $CAC = DCA * CM = 56\% * 57,17 \text{ m}^3/\text{mês} \cong 32,02 \text{ m}^3/\text{mês}$

5.2. CONSUMO MÉDIO MENSAL DO APARELHO POUPADOR

Em posse do consumo mensal do aparelho convencional e do fator de redução para cada aparelho poupador, tem-se:

Bacia Sanitária: $CAP = (1 - Fr) * CAC = (1 - 0,5) * 25,16 = 12,58 \text{ m}^3/\text{mês}$

Torneiras: $CAP = (1 - Fr) * CAC = (1 - 0,5) * 32,02 = 16,01 \text{ m}^3/\text{mês}$

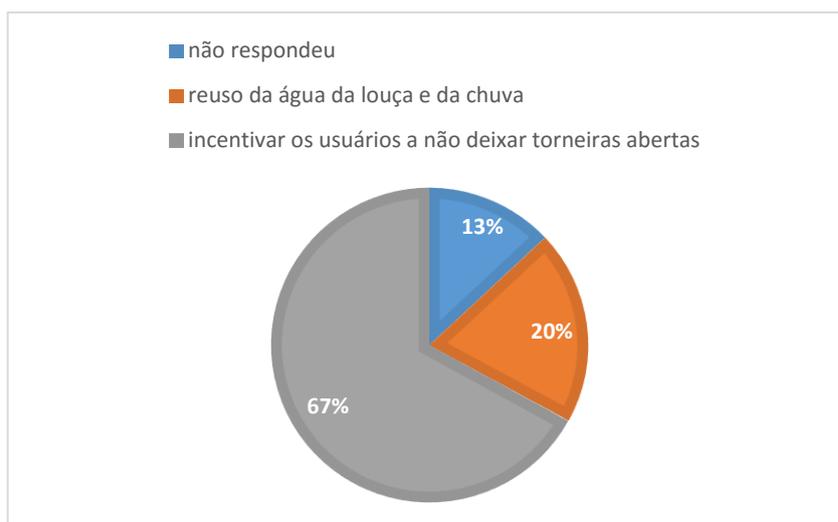
Conhecendo-se todos os valores acima, pôde-se perceber que a economia de água, quando substituir os aparelhos utilizados na escola por aqueles utilizados na simulação, é de 50% em cada aparelho.

5.3. RESULTADO DAS ENTREVISTAS QUANTO A ECONOMIA DE ÁGUA

Através de conversas com os funcionários da escola, foi informado que estes procuram economizar água, utilizando-a para lavar a louça da cozinha através do uso de bacias e em seguida, despejá-la no jardim ou usar na limpeza do chão da cozinha, o que ajuda para que as torneiras sejam ligadas por menos tempo.

Nos questionários, além da frequência e tempo de uso das bacias sanitárias e torneiras, foi pedido que os usuários sugerissem alguma medida que ajudaria na economia de água da EREMTT. Assim, além da proposta, a maioria mostrou que mesmo passando por tempos de seca, há usuários que desperdiçam água, como é apresentado a seguir:

Gráfico 4 – Sugestão de medidas para economizar água na EREMTT



6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados obtidos neste estudo, constatou-se que não só a instituição escolar (objeto de estudo) como também toda a cidade de Itapetim-PE, diante do precário abastecimento hídrico urbano e dos históricos de seca, necessita de uma alternativa de gerenciamento de demanda de água, seja ela tecnológica, educacional, econômica ou institucional.

Através de conversas com os funcionários da escola estudada e das entrevistas realizadas, foi verificado que na EREMTT apenas os professores, funcionários e um quadro pequeno de alunos estão preocupados em utilizar a água de forma racional e sustentável.

Nas entrevistas, os funcionários informaram que para lavar a louça, a água é colocada em bacias ao invés do uso das torneiras, e em seguida, a mesma é utilizada para limpeza do chão da cozinha ou despejada no jardim. Porém, ainda há muito desperdício de água, o que levou a maioria dos entrevistados a concordar que a EREMTT deve investir em alternativas de conservação da água, não só tecnológica, como também educacional.

Simulando-se a adoção de aparelhos poupadores na instituição, em troca daqueles atualmente utilizados, como uma forma de economia e sustentabilidade e, valendo-se de bacia sanitária com válvula de acionamento seletivo (bi-comando: 3 litros/acionamento para excreção líquida e 6 litros/acionamento para excreção sólida) e torneira com arejador para banheiro, cozinha e jardim, verificou-se uma economia de água de 50% (cinquenta por cento), o que torna essa alternativa bastante viável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, T. M. A. **Seleção multicriterial de alternativas para o gerenciamento da demanda urbana de água na escala de bairro**. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.

ANA - Agência Nacional das Águas. Disponível em: <<http://www2.ana.gov.br/Paginas/servicos/saladesituacao/v2/acudesdosemiarido.aspx>>. Acesso em: 03 de outubro de 2016.

APAC. Agência Pernambucana de Águas e Clima. Disponível em: <http://www.apac.pe.gov.br/pagina.php?page_id=5&subpage_id=20>. Acesso em: 06 de outubro de 2016.

BRASIL. **Lei nº 9433, de 08 de janeiro de 1997**. Instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos. Brasília: Presidência da República. Casa Civil, 1997.

BORGES, L. Z. **Caracterização da Água Cinza para Promoção da Sustentabilidade dos Recursos Hídricos**. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

COMPESA. Companhia Pernambucana de Saneamento. Disponível em: <<http://servicos.compesa.com.br/chuvas-tiram-cidades-do-sertao-do-colapso-de-abastecimento/>>. Acesso em: 03 de outubro de 2016.

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

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=260770&search=||info%EF1ficos:-informa%E7%F5es-completas>>. Acesso em: 05 de outubro de 2016.

LOMBARDI, L. R. **Dispositivos Poupadores de Água em um Sistema Predial: Análise da Viabilidade Técnico-Econômica de Implementação no Instituto de Pesquisas Hidráulicas.**

2012. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

MARINOSKI, A. K. **Aproveitamento de Água Pluvial para Fins Não Potáveis em Instituição de Ensino: Estudo de Caso em Florianópolis-SC.** 2007. Trabalho de Conclusão

de Curso – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

SILVA, J. B.; GUERRA, L. D.; IORIS, A. A. R.; FERNANDES, M. **A Crise Hídrica Global e as Propostas do Banco Mundial e da ONU para seu enfrentamento.** Natal, v.11, n. 2,

2010. Disponível em: < <https://periodicos.ufrn.br/cronos/article/view/2159/pdf>>. Acesso em: 15 out. 2016.

SOARES, A. L. F. **Gerenciamento da demanda de água em ambientes de uso público: o caso da Universidade Federal de Campina Grande.** 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO AOS USUÁRIOS DE ÁGUA DA EREMTT**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS VIII
BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL****1. Dados do entrevistado:**

- Iniciais do Nome: _____

- Sexo: () Feminino () Masculino

- Função:

- Idade:

2. Uso da bacia sanitária:

- Frequência diária de uso:

() 1 vez () 2 vezes

() 3 vezes () 4 vezes

() 5 vezes () Outro: _____

3. Uso das torneiras:

- Frequência diária de uso:

() 1 vez () 2 vezes

() 3 vezes () 4 vezes

() 5 vezes () Outro: _____

- Tempo de uso:

() 1 minuto () 2 minutos

() 3 minutos () 4 minutos

() 5 minutos () Outro: _____

4. Sugestão de medidas para economia de água na escola:

5. Após a crise hídrica vivida, em decorrência da seca, você procura economizar água de alguma forma? Se sim, como?
