



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS – CAMPUS PALMAS
CURSO DE GRADUAÇÃO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL**

ZAILON LABRE BATISTA MIRANDA

**ESTIMATIVA DE REDUÇÃO DE CONSUMO DE ÁGUA PROPORCIONADO POR
APARELHOS ECONOMIZADORES EM COMPARAÇÃO COM APARELHOS
CONVENCIONAIS NOS BLOCOS 14, 15, 16 E 17 DO IFTO - CAMPUS PALMAS.**

PALMAS

2019



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS – CAMPUS PALMAS
CURSO DE GRADUAÇÃO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL**

ZAILON LABRE BATISTA MIRANDA

**ESTIMATIVA DE REDUÇÃO DE CONSUMO DE ÁGUA PROPORCIONADO POR
APARELHOS ECONOMIZADORES EM COMPARAÇÃO COM APARELHOS
CONVENCIONAIS NOS BLOCOS 14, 15, 16 E 17 DO IFTO - CAMPUS PALMAS.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como requisito parcial para obtenção do título de
Bacharel no Curso Superior de Engenharia Civil
do Instituto Federal do Tocantins, Campus
Palmas.

Orientador: Prof. Me. Octaviano Sidnei Furtado.

PALMAS

2019

Miranda, Zailon Labre Batista.

Estimativa de redução de consumo de água proporcionado por aparelhos economizadores em comparação com aparelhos convencionais nos blocos 14, 15, 16 e 17 do IFTO – Campus Palmas / Zailon Labre Batista Miranda. – Palmas, 2019
57f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação do Tocantins, Campus Palmas, 2019.

Orientador(a): Prof. Me. Octaviano Sidnei Furtado

1. Instalações hidráulicas. 2. Equipamentos economizadores.
I. Título

ZAILON LABRE BATISTA MIRANDA

**ESTIMATIVA DE REDUÇÃO DE CONSUMO DE ÁGUA PROPORCIONADO POR
APARELHOS ECONOMIZADORES EM COMPARAÇÃO COM APARELHOS
CONVENCIONAIS NOS BLOCOS 14, 15, 16 E 17 DO IFTO - CAMPUS PALMAS.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à coordenação do curso de Engenharia Civil do Instituto Federal do Tocantins, Campus Palmas, como exigência à obtenção do grau de Engenheiro Civil.

Aprovado em: ____/____/____

BANCA AVALIADORA

Prof. Me. Octaviano Sidnei Furtado (Orientador)
IFTO – Campus Palmas

Profa. Me. Adriana Soraya Alexandria Monteiro
IFTO – Campus Palmas

Prof. Dr. Marcelo Mendes Pedroza
IFTO – Campus Palmas

*Aos meus pais, Zailon e Sandra.
À minha avó Zezé.*

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, a Deus por me proporcionar a oportunidade de estudar e me dar forças para chegar a este ponto da minha vida.

A meus pais por sempre me apoiarem e me incentivarem, sem eles nada do que conquistei seria possível, pois sempre foram o alicerce da minha vida.

À minha avó Zezé, pessoa maravilhosa, que sempre depositou uma confiança enorme em mim e acompanhou minha jornada de perto.

Ao meu amigo Marcos Kiyoshi, seu auxílio foi fundamental em momentos difíceis em que estive com a saúde abalada.

Aos meus amigos Larissa, Rhenick, Laureana, Trajano, que tive o prazer de conhecer neste ambiente acadêmico, foram pessoas que contribuíram para o meu crescimento pessoal e que levarei para vida.

Por fim, a meus professores que contribuíram para minha formação, em especial a meu orientador por ser fundamental para elaboração deste trabalho que marca o final deste curso.

RESUMO

A água é um recurso limitado essencial à vida, mesmo parecendo um recurso abundante, a disponibilidade de água doce para uso humano é uma parcela muito pequena do total do planeta. O presente trabalho aborda questões relacionadas ao uso racional da água, pois o Brasil, apesar de se encontrar em uma posição de privilegiada por ser o país com maior disponibilidade de água do mundo tem, passado por problemas de desabastecimento. Há uma enorme gama de equipamentos economizadores com tecnologia de redução de consumo, e a sua aplicação nas edificações trazem uma série de benefícios, não só financeiros, mas, além disto, uma racionalização da utilização deste recurso natural possibilitaria menores gastos com operações de tratamento de água e esgoto, e consequentemente, maior investimento na infraestrutura do sistema. Os resultados da previsão de implantação deste sistema são bastante animadores, visto que, o tempo de retorno financeiro é de apenas quatro anos, em um dos cenários, considerando uma economia de apenas 10%, enquanto que a economia esperada seja de no mínimo 20%. Por fim, foi possível concluir que o investimento em equipamentos economizadores tem um retorno financeiro positivo, e que se a economia for de até 40%, em 11 anos, que é o tempo de retorno máximo no pior dos cenários previstos neste trabalho, a diminuição em gastos com água ultrapassa os 160 mil reais.

Palavras chave: água, racionalização, equipamentos economizadores.

ABSTRACT

Water is a limited resource essential to life, even though it seems like an abundant resource, the availability of fresh water for human use is a very small portion of the planet's total. This work brings issues related to the rational use of water, even Brazil, being in a privileged position because it is the country with the greatest availability of water in the world, has been suffering from shortages. There is a huge range of economizing equipment with consumption reduction technology and its application in buildings brings a number of benefits, not only financial, but in addition, a rationalization of the use of this natural resource would allow lower expenses with water treatment operations and sewage, and consequently, greater investment in the system's infrastructure. The results of the implementation of this system are quite encouraging, since the financial payback time is only four years, in one scenario, considering a saving of only 10%, while the expected savings are at least 20%. Finally, it was possible to conclude that the investment in economizing equipment has a positive financial return, and that if the economy is up to 40% in 11 years, which is the maximum return time in the worst scenarios predicted in this work, the decrease in water expenses exceeds 160 thousand reais.

Key words: water, rationalization, economizing equipment.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Descrição da tarifa pública	26
Figura 2 - IFTO e Blocos em estudo.....	30
Figura 3 - Lavatório de uso exclusivo dos servidores.....	30
Figura 4 - Leiaute dos banheiros.....	31
Figura 5 - Equipamentos hidráulicos dos blocos novos.....	32
Figura 6 - Leitura do hidrômetro dos blocos 16 e 17.	36
Figura 7 - Hidrômetro dos blocos 14 e 15.....	36
Figura 8 – Instrução de descarga (duplo acionamento).	41
Figura 9 – Instrução de descarga dos mictórios.	41
Figura 10 – Instrução de uso (torneira hidromecânica).	42
Figura 11 – Instrução de uso (torneira automática).	42
Figura 12 - Local de instalação dos cartazes.	43

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Disponibilidade de água no Planeta.	16
Gráfico 2 - Distribuição de água doce.	16
Gráfico 3 - Demanda hídrica.	17
Gráfico 4 - Potencial hídrico.	18
Gráfico 5 - Concentração populacional.	18

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Volumes de água estimados perdidos em vazamentos.....	20
Quadro 2 - Equipamentos Economizadores de água.	22
Quadro 3 - Relação entre equipamentos convencionais e dispositivos economizadores.	25
Quadro 4 – Calendário acadêmico.	28
Quadro 5 - Índice de consumo de água (IC) para escolas tipo externato.....	29
Quadro 6 - Contagem populacional dos blocos 14, 15, 16 e 17.....	35
Quadro 7 - Índice de Consumo de água.....	36
Quadro 8 - Valores de Referência de índice de consumo.	37
Quadro 9 - Quantidade de equipamentos.....	38
Quadro 10 - Especificação dos equipamentos propostos.	38
Quadro 11 - Cenário 1 (com torneiras automáticas).....	39
Quadro 12 - Cenário 2 (com torneiras hidromecânicas).....	40
Quadro 13 - Percentual de consumo de janeiro a abril.	45
Quadro 14 - Projeção de consumo para os blocos 16 e 17.....	45
Quadro 15 - Projeção de gastos e economia para redução de 10% sem reajuste de tarifa.....	46
Quadro 16 - Projeção de gastos e economia para redução de 10% com reajuste de tarifa.....	47
Quadro 17 - Projeção de gastos e economia para redução de 20% sem reajuste de tarifa.....	48
Quadro 18 - Projeção de gastos e economia para redução de 20% com reajuste de tarifa.....	49
Quadro 19 - Projeção de gastos e economia para redução de 30% sem reajuste de tarifa.....	50
Quadro 20 - Projeção de gastos e economia para redução de 30% com reajuste de tarifa.....	50
Quadro 21 - Projeção de gastos e economia para redução de 40% sem reajuste de tarifa.....	51
Quadro 22 - Projeção de gastos e economia para redução de 40% com reajuste de tarifa.....	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Histórico de Consumo (Blocos 14 e 15).....	27
Tabela 2 - Histórico de consumo (Blocos 16 e 17).....	28
Tabela 3 - Valor da tarifa reajustado (extrapolação).....	44

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	PROBLEMA DE PESQUISA.....	14
3	JUSTIFICATIVA	14
4	OBJETIVOS	15
4.1	Objetivo Geral.....	15
4.2	Objetivos Específicos	15
5	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
5.1	Disponibilidade de água	15
5.1.1	No planeta	15
5.1.2	No Brasil	17
5.2	Tecnologias conservadoras de água.....	18
5.2.1	Hidrometração Unitária.....	20
5.2.2	Equipamentos conservadores de água	21
5.2.3	Economia potencial das Tecnologias Conservadoras de Água	24
5.3	Estrutura tarifária	26
5.4	Histórico de consumo.....	26
5.5	Índice de consumo adotado para dimensionamento.....	29
5.6	Reajuste de tarifa	29
5.7	Objeto de estudo	29
6	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	32
6.1	Auditoria de consumo de água.....	32
6.1.1	Histórico consumo de água	33
6.1.2	Levantamento do edifício.....	33
6.2	Plano de intervenção	34
6.3	Projeções	34
7	RESULTADOS	35
7.1	Auditoria de consumo de água.....	35
7.1.1	Índice de consumo de água.....	35
7.1.2	Equipamentos consumidores.....	37
7.2	Plano de intervenção	38
7.2.1	Substituição dos equipamentos por equipamentos economizadores	38
7.2.2	Conscientização dos usuários	40
7.3	Projeções	43

7.3.1	Reajuste de tarifa.....	43
7.3.2	Estimativa de consumo.....	44
7.3.3	Tempo de retorno do investimento	45
8	CONCLUSÃO.....	53
9	REFERÊNCIAS	55

1 INTRODUÇÃO

A água é fundamental à vida, todos os organismos dependem dela para sua sobrevivência. Com o avançar do desenvolvimento, ao longo do tempo, pelo homem, houve um enorme aumento da degradação e poluição, isto junto com retirada constante para usos em diversas finalidades tem diminuído a disponibilidade de água, segundo Tundizi (2003).

De acordo com Rebouças (2004), de toda a água existente no planeta, apenas 2,5% é água doce, e encontra-se muito mal distribuída, devido à chuva, neblina e neve, caírem de forma muito irregular, estima-se que desta pequena parcela, apenas 1% é aproveitável para uso humano. E segundo Hafner (2007), o Brasil se encontra em uma posição privilegiada por apresentar aproximadamente 12% de toda água doce disponível do mundo.

Segundo Tomaz (2010), a conservação de água pode se dar por um conjunto de ações, tecnologias e incentivos, que de acordo com Oliveira (1999) e Giacchini (2011), possuem três níveis de implantação, que no caso estudado será em apenas um nível: micro.

Há diversas tecnologias de equipamentos que podem ser incorporados nas edificações que trazem economias sem necessidade da alteração do comportamento do usuário, recomendando-se a instalação em edifícios públicos, de acordo com Hafner (2007). Segundo Marinoski e Andrade (2010), a implantação de dispositivos economizadores é mais fácil na etapa de projeto, pois pode ser tornar um pouco mais onerosa depois de obra já edificada.

A troca de dispositivos convencionais por conservadores em alguns pontos pode gerar uma economia de até 80%. E com a diminuição da demanda de água, o Ministério do Meio Ambiente afirma que há uma redução com custos de operação das estações de tratamento de água e esgoto, de maneira a permitir melhoria na infraestrutura e atender um maior número de usuários (Lima, 2015).

A Companhia de Saneamento do Tocantins é gerida pela empresa BRK ambiental, e é responsável pelo fornecimento de água e cobrança relacionado ao Instituto Federal do Tocantins - Campus Palmas. Com base nos hidrômetros instalados por ela é possível traçar um perfil de consumo dos blocos estudados e enquadrá-los nas estruturas tarifárias descritas no site da companhia.

O trabalho em questão visa comparar o consumo de água de equipamentos

consumidores de água convencionais com aparelhos economizadores, e verificar a viabilidade de implantação destes nos blocos 14, 15, 16 e 17 do Instituto Federal do Tocantins – Campus Palmas.

2 PROBLEMA DE PESQUISA

Estimar o volume de água que pode ser reduzido com a implantação de aparelhos que possuam tecnologias capazes de proporcionar economia de água nos blocos 14, 15, 16 e 17 no campus Palmas do Instituto Federal do Tocantins. E avaliar a viabilidade de implantação de instrumentos que possuam estes sistemas, de modo a aferir o volume médio da redução de consumo, e o quanto isto implicaria na redução com gastos relacionados à água.

3 JUSTIFICATIVA

A água é um bem natural limitado e requer uma atenção especial, pois na atual conjuntura do país, já sofremos com problemas de distribuição e abastecimento. Segundo Bicudo, Scheuenstuhl e Tundisi (2011), apesar do Brasil se encontrar em uma posição privilegiada, concentrando aproximadamente 14% das águas doces do planeta, possui problemas sérios relacionados à gestão dos recursos hídricos. Por exemplo, de acordo com Ferreira e Figueiredo (2016), o nordeste vive uma situação complicada com a escassez de água e que não tem atingido uma visibilidade pública, Lima (2015) mostra que o sistema Cantareira responsável por abastecer a região metropolitana de São Paulo, entre outubro de 2013 e fevereiro de 2014, registrou a menor vazão desde 1930, gerando transtornos a população com o abastecimento de água, e Borges e Cunha (2015), mostram que a região metropolitana de Goiânia tem sofrido com interrupções no serviço de fornecimento de água, principalmente nos municípios de Goiânia e Aparecida de Goiânia. Os autores mostram problemas em três regiões distintas do Brasil evidenciando que este não é um problema isolado.

Segundo Lima (2015), a abundância é um dos fatores precursores do desperdício, que traz junto consigo a desvalorização econômica deste insumo, e a redução nos investimentos necessários para sua proteção e uso. A busca pela racionalização do consumo faz-se necessária para mitigar os impactos sobre a

utilização desse recurso natural tão essencial, para isso, temos que dispor de todas as ferramentas possíveis que auxiliem nesse processo.

A Política Nacional de Recursos Hídricos é regida pela Lei Nº 9433 (1997), e dispõe de alguns instrumentos que auxiliam na redução do consumo de água, entre eles se encontram a cobrança por uso dos recursos hídricos, que, neste caso, podemos enquadrar na cobrança pelo abastecimento do edifício.

O presente trabalho buscará a identificar possíveis melhorias na instalação hidráulica da edificação, propondo a instalação de equipamentos que visem à redução do consumo de água.

4 OBJETIVOS

4.1 Objetivo Geral

Analisar a redução no consumo de água proporcionada pelos aparelhos com tecnologias de redução de consumo.

4.2 Objetivos Específicos

- Propor a instalação de equipamentos que tragam uma economia de água;
- Apontar a viabilidade da instalação dos equipamentos;
- Fazer o levantamento do indicador de consumo de água;
- Verificar o tempo de retorno de investimento dos equipamentos;
- Estimar a quantidade de água a ser economizada com os equipamentos que possuem tecnologia de redução de consumo.

5 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

5.1 Disponibilidade de água

5.1.1 No planeta

Segundo Shiklomanov (1999), citado por Hafner (2007), o volume total de água estimado no planeta é de 1386 milhões de km³, e se encontra distribuído da

seguinte maneira: 97,5% estão nos mares e oceanos; 1,7% nas geleiras e calotas polares; 0,7% nos aquíferos subterrâneos; e menos que 0,01% formam rios, lagos, reservatórios; E uma porcentagem ínfima ainda está distribuída em forma gasosa na atmosfera. Como representado no Gráfico 1.

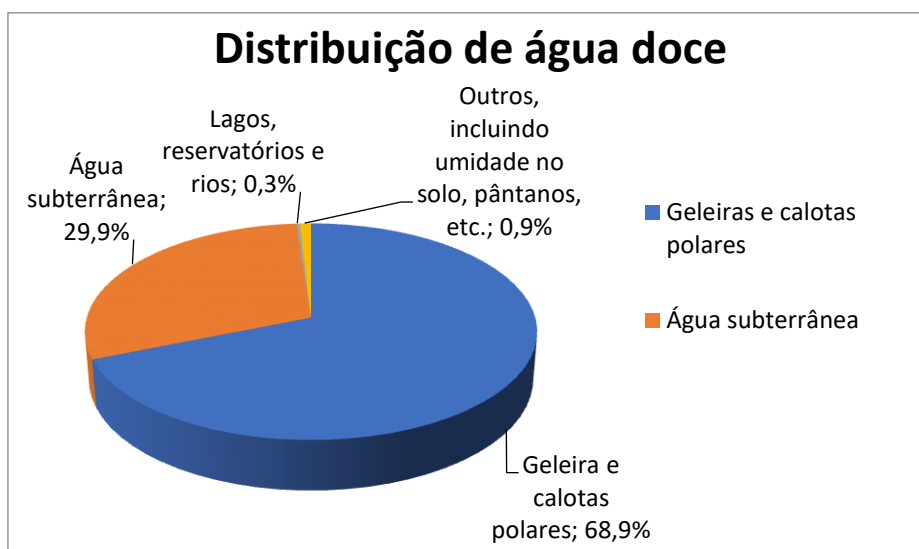
Gráfico 1 - Disponibilidade de água no Planeta.



Fonte - Hafner (2007) - Adaptado

Ainda de acordo com o autor e com o gráfico representado no Gráfico 2, a água doce representa apenas 2,5% do total, e se encontra dividida em 68,9% nas geleiras e calotas polares, 29,9% em água subterrânea, 0,3% em água superficial, e 0,9% em outras formas. Mas aproximadamente apenas 0,006% da água doce do mundo são de fácil acesso, em torno de 21200 km³, fazendo com que, na prática, apenas uma parcela de águas subterrâneas e as águas superficiais sejam utilizadas como mananciais, visto que, a totalidade da água doce do mundo não tem a exploração economicamente viável.

Gráfico 2 - Distribuição de água doce.



Fonte - Hafner (2007) – Adaptado.

5.1.2 No Brasil

Segundo Hafner (2007), o Brasil é o país que possui o maior volume de água disponível com vazão média anual dos rios estimada em 180 mil m³ por segundo, o que representa 12% dos recursos hídricos mundiais, e se levar em consideração as vazões com origem em países vizinhos, esse percentual aumenta para 18%.

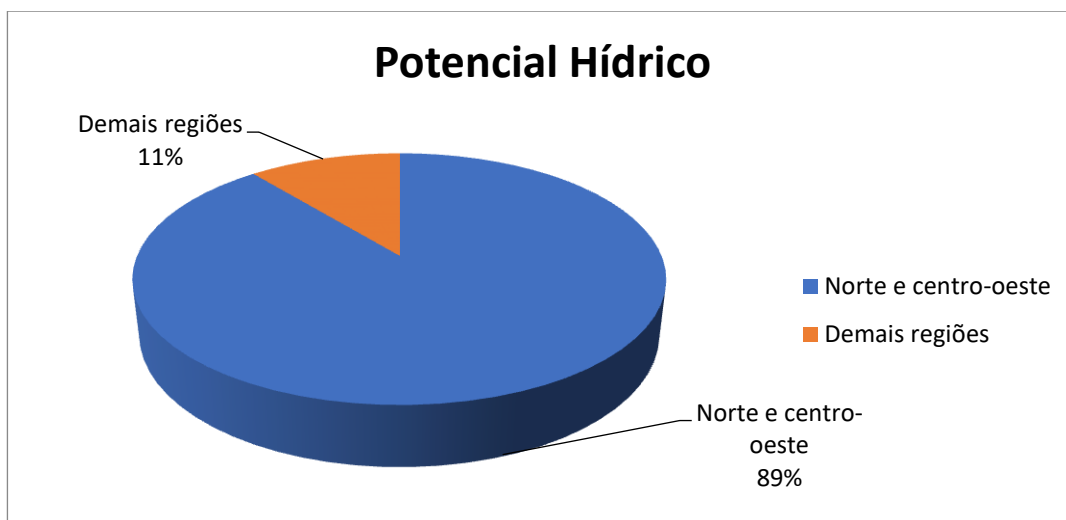
Ainda de acordo com o autor, a quantidade não é suficiente para garantir o abastecimento da população, visto que a distribuição dos mananciais é demasiadamente heterogênea. Existem diferentes regimes climatológicos e hidrológicos no país devido a grande extensão territorial, que pode ser exemplificado pela abundância do rio Amazonas (maior descarga fluvial do mundo), contrastando com o regime semiárido nordestino (problemas sérios de seca e estiagem).

Segundo o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA, 2002), no Brasil existe uma variedade de situações. As regiões norte e centro-oeste concentram 89% potencialidade das águas superficiais, porém, as duas regiões somadas tem uma população de apenas 14,5% dos brasileiros, que tem uma demanda hídrica de 9,2% do total nacional. Em contrapartida, os 11% do potencial hídrico estão espalhados nas demais regiões que concentram 85,5% da população e 90,8% da demanda de água. Estes dados podem ser conferidos nos gráficos representados pelas Gráficos 3, 4 e 5.

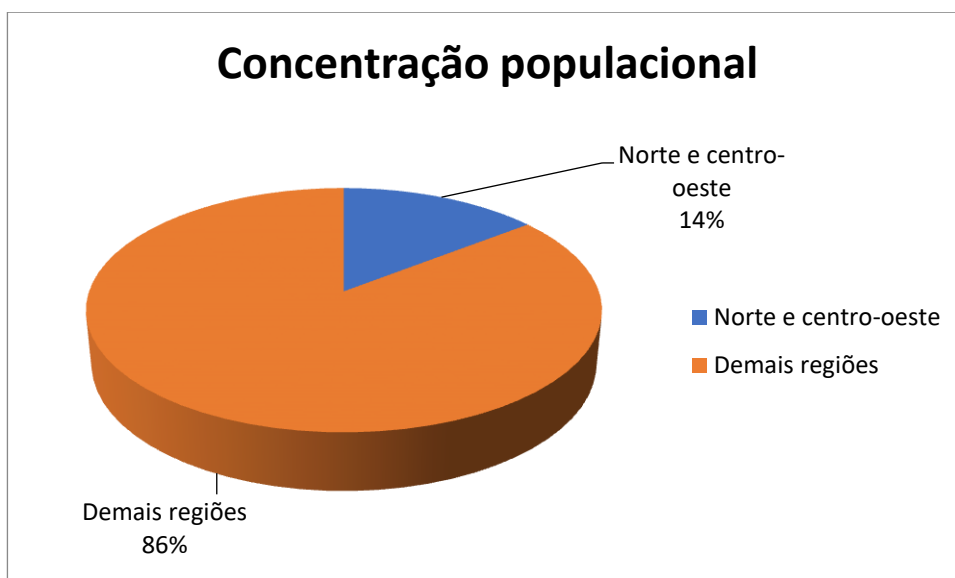
Gráfico 3 - Demanda hídrica.



Fonte – IBAMA (2002) – Adaptado.

Gráfico 4 - Potencial hídrico.

Fonte – IBAMA (2002) – Adaptado.

Gráfico 5 - Concentração populacional.

Fonte – IBAMA (2002) – Adaptado.

5.2 Tecnologias conservadoras de água

Segundo Tomaz (2010), há mais de vinte anos, a conservação de água, é definido pela *American Waters Works Association* (AWWA), como um grupo de ações, tecnologias e incentivos que melhoram a eficiência quanto ao uso de água.

Oliveira (1999) e Giacchini (2011) tem um entendimento que a gestão da água é dividida em três níveis:

- Macro: ações reproduzidas nas proporções de sistemas ambientais

grandes e bacias hidrográficas;

- Meso: ações que envolvem sistemas de saneamento, serviços de saneamento e esgotamento sanitário; e
- Micro: ações na escala de edificações e sistemas prediais hidros sanitários.

O presente trabalho limita-se em trazer apenas ações voltadas aos sistemas voltados às edificações.

De acordo com a CBCS (Conselho Brasileiro de Construção Sustentável, 2011), existem dois níveis de ações essenciais para a implantação de um Programa de Conservação de Água:

- Técnica: agrupa medições, avaliações, aplicação de tecnologias e procedimentos para a utilização de água.
- Humana: relacionadas ao comportamento, expectativas e procedimentos para execução de atividades consumidoras de água.

O sistema existente de instalações hidráulicas deve se encontrar livre de vazamentos e em perfeito funcionamento para que os dispositivos com tecnologia de redução de consumo façam diferenças significativas.

Segundo Oliveira (2002), os desperdícios de água decorrentes de vazamentos em torneira podem ter uma variação de 6 litros/dia até 300 litros/dia, para gotejamentos e um filete de quatro mm de diâmetro, respectivamente. O mesmo autor montou um material (adaptado no Quadro 1) com os volumes de água estimados perdidos em caso de vazamentos.

Quadro 1 - Volumes de água estimados perdidos em vazamentos.

Aparelho / Equipamento sanitário	Característica	Perda estimada
Torneiras (de lavatório, de pia, de uso geral).	Gotejamento lento	6 a 10 litros/dia
	Gotejamento médio	10 a 20 litros/dia
	Gotejamento rápido	20 a 32 litros/dia
	Gotejamento muito rápido	>32 litros/dia
	Filete Φ 2 mm	>114 litros/dia
	Filete Φ 4 mm	>333 litros/dia
	Vazamento no flexível	0,86 litros/dia
Mictório	Filetes visíveis	144 litros/dia
	Vazamento no flexível	0,86 litros/dia
	Vazamento no registro	0,86 litros/dia
Bacia sanitária com válvula de descarga	Filetes visíveis	144 litros/dia
	Vazamento no tubo de alimentação da louça	144 litros/dia
	Válvula disparada quando acionada	40,8 litros (supondo a válvula aberta por um período de trinta segundos, a uma vazão de 1,6 litros/segundo)
Chuveiro	Vazamento no registro	0,86 litros/dia
	Vazamento no tubo de alimentação junto da parede	0,86 litros/dia

Fonte: Lima (2015) – Adaptado.

5.2.1 Hidrometração Unitária

Segundo Lima (2015), nos edifícios públicos, a hidrometração unitária não tem uma unidade bem definida, pois possuem pontos coletivos de consumo, e as unidades de área de escritórios tem o consumo de água dividido nesses pontos de uso comum. Porém, a hidrometração unitária, é bem útil no caso de controle de demanda, pois não cabem cobranças separadas por unidade.

Podemos observar esse tipo de hidrometração nos blocos novos do IFTO Campus Palmas, que estão em estudo (blocos de número 14, 15, 16 e 17), o que viabiliza a execução deste trabalho. Os blocos 14 e 15 estão identificados pelo hidrômetro Y14S711852, e os blocos 16 e 17 pelo hidrômetro A17S623255.

Ainda podemos conceituar com base na NBR 8009 (1997), que o hidrômetro é um aparelho com o objetivo de contabilizar continuamente o volume de água que o atravessa.

5.2.2 Equipamentos conservadores de água

Segundo a CBCS (2010, apud Lima, 2015), um bom desempenho só é garantido com o conhecimento de algumas especificações: usos particulares; o tipo de usuário mais adequado para sua utilização; orientação dos fabricantes e capacitação dos usuários para instalação e operação adequadas dos produtos; e recomendação dos fabricantes para manutenção preventiva e corretiva adequada ao equipamento.

Segundo Hafner (2007):

O emprego de dispositivos é um importante meio de reduzir o consumo de água e costuma ter grande aceitação devido à fácil visualização do funcionamento e à confiabilidade nesses produtos pelo público geral. A ênfase na adoção de equipamentos economizadores ainda recebe respaldo graças a uma característica adicional: a economia de água ocorre independente da consciência do usuário. Ou seja, tais equipamentos proporcionam a economia de água automatizada sem a necessidade da colaboração contínua do usuário, o que os torna especialmente recomendados para instalações sanitárias públicas, como banheiros públicos.

Para edificações já existentes, de acordo com Marinowski e Andrade (2010), a substituição de equipamentos convencionais por aparelhos que economizam água pode apresentar alguns obstáculos e ser mais onerosa, devendo assim, avaliar a viabilidade técnica e econômica. Isto avaliando sua implantação em relação à fase e projeto.

De acordo com os autores citados anteriormente, o potencial de redução do consumo de água varia em funções das condicionantes locais (pressão do ramal e alimentação), e hábitos dos usuários (frequência e tempo de acionamento). A economia de água pode ser potencializada com um trabalho de conscientização.

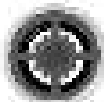
O Ministério do Meio Ambiente (2014, apud Lima 2015), acrescenta ainda, que os aparelhos economizadores devem ser adaptados de acordo com cada ponto consumidor. Isto é, não utilizar um aparelho que seja apenas economizador, e sim o que atenda condições de desempenho satisfatórias para aquele ponto, proporcionando maior conforto ao usuário.

Segundo Lima (2015), a especificação dos metais e louças sanitárias é

determinante para um maior ou menor consumo de água de uma edificação. No mercado brasileiro há uma gama grande de equipamentos sanitários que visam uma racionalização do uso de água. São apresentados no Quadro 2.

Quadro 2 - Equipamentos Economizadores de água.

Equipamentos hidráulicos	Tipo	Características principais
Torneiras	Acionamento hidromecânico 	O controle da vazão é obtido pela incorporação de um redutor de vazão no equipamento, ou seja, os usuários não interferem na vazão. O tempo de acionamento do fluxo de água também determina o uso racional deste tipo de equipamento. Este tempo não deve ser muito curto, para evitar que o usuário tenha que acioná-lo várias vezes em uma única operação de lavagem, causando desconforto. Segundo os fabricantes, esse tempo pode variar de 4 a 10 segundos.
	Acionamento por sensor de presença 	Equipamento que funciona a pilha ou a bateria, com acionamento da torneira enquanto há movimento à frente do sensor. O desligamento é automático e ocorre cerca de 2 segundos após o uso. Os equipamentos mais modernos dispõem ainda de um dispositivo hidrogerador, que dispensa o uso de baterias ou pilhas. Tal solução utiliza a própria força da água para armazenar energia para o acionamento.
	Sensível ao toque 	Libera e interrompe o fluxo de água somente ao ser tocada pelo corpo humano. Segundo o fabricante, pode-se limpar a peça com um pano ou encostar qualquer objeto que a torneira não funcionará. Ela também possui sistema de regulagem do tempo de abertura da torneira durante 4, 8, 30 ou 60 segundos, caso o usuário esqueça-se de tocar a torneira pela segunda vez.
Arejadores 	Dispositivo fixado na saída da torneira, porém não tem orifícios laterais para a introdução de ar. Transforma o jato de água em um feixe de pequenos jatos, semelhante ao que ocorre em um chuveiro. Reduz a vazão para valores entre 3,6 litros/minuto e 7,2 litros/minuto, sem reduzir a satisfação do usuário.	
Pulverizadores 	Dispositivo fixado na saída da torneira, porém não tem orifícios laterais para a introdução de ar. Transforma o jato de água em um feixe de pequenos jatos, semelhante ao que ocorre em um chuveiro. Reduz a vazão para valores entre 3,6 litros/minuto e 7,2 litros/minuto, sem reduzir a satisfação do usuário.	

Equipamentos hidráulicos	Tipo	Características principais
Dispositivos de descarga para mictórios	Válvula de acionamento hidromecânico 	É caracterizada por um corpo metálico fechado, por onde a água passa para chegar ao mictório. Para o acionamento da descarga após a utilização do mictório, o usuário deve pressionar o êmbolo da válvula, liberando o fluxo de água para a bacia do mictório. Imediatamente após a liberação da pressão pelo usuário, ocorre o retorno do êmbolo pela ação da própria água e de uma mola interior ao corpo da válvula, podendo durar entre 4 e 10 segundos.
	Válvula acionada por sensor de presença 	Dispositivo passível de regulação, que funciona sem o controle do usuário, acionando automaticamente o fluxo de água para limpeza do mictório no momento do distanciamento do corpo do usuário após o uso.
Chuveiros	Restritor de vazão 	Mantém a vazão constante dentro de uma faixa de pressão. Existem restritores com os mais diferentes desenhos, reduzindo, segundo o fabricante pesquisado, de 20% a 60% da vazão, cuja referência média é de 20 litros/minuto. Ressalta-se que é recomendada uma pressão hidráulica mínima de 10 mca.
	Reguladores de vazão 	Dispositivo recomendável para quem tem costume de abrir o registro no máximo, mesmo sem necessidade. A peça é instalada entre a saída de água na parede e a torneira. Também podem ser utilizados nos chuveiros com aquecimento central. Segundo o fabricante pesquisado, a economia pode chegar a 60%, considerando um chuveiro com vazão média de 20 litros/minuto.

Equipamentos hidráulicos	Tipo	Características principais
Bacias sanitárias	Válvulas de descarga de duplo comando 	No mercado, atualmente, a tecnologia dominante é a conhecida como dual-flush, que possibilita dois tipos de acionamento da descarga de água neste tipo de bacia sanitária, por meio da existência de dois botões: um deles, quando acionado, resulta em uma descarga completa de 6 litros, para o arraste de efluentes com sólidos, e o outro resulta em uma meia descarga, geralmente de 3 litros, para a limpeza apenas de urina na bacia sanitária.
	Caixa acoplada de duplo comando 	

Fonte: Lima (2015) – adaptado

5.2.3 Economia potencial das Tecnologias Conservadoras de Água

De acordo com Lima (2015), existem inúmeros fabricantes, no Brasil, de dispositivos economizadores de água, além de sistemas de tratamento de afluentes e efluentes, visando atender variados setores e usuários distintos.

Ainda segundo o autor, as marcas de maior representatividade do mercado nacional buscam desenvolver equipamentos inovadores que prezem pela economia de água, e, na maior parte das situações, a economia ocorre sem que o usuário precise agir de maneira diferente.

Seguindo o raciocínio do autor, os mictórios e torneiras de acionamento hidromecânico do mercado brasileiro têm, de acordo com a NBR 13713 (2009), tempo de acionamento com variação de 4 a 10 segundos, determinados pela pressão local. E podem gerar uma economia de até 55% e 80%, no caso de torneiras e mictórios, respectivamente. Porém, segundo Lima (2015), sofrem com problemas de desregulagem frequente e vandalismo. Já as peças de acionamento automático, por sensor de presença, podem gerar economia de 70%, no caso de torneiras, e chegar até 80% nos mictórios. As torneiras automáticas ainda podem ser autônomas em relação à energia quando possuem mecanismo de hidrogeração.

O autor ainda traz exemplos de vasos sanitários que possuem sensores de ausência em que o volume de água a ser liberado é determinado de acordo com o tempo de utilização da peça pelo o usuário.

Quanto aos chuveiros, o autor diz que os fabricantes informam que as vazões

médias ficam em torno de 0,4 litro/segundo e 0,5 litro/segundo. E que no mercado existem chuveiros com restritores de pressão e acionamento por temporizador que podem trazer uma economia sensível.

O Quadro 3 traz dados para comparar a relação de consumos de água entre equipamentos convencionais e conservadores.

Quadro 3 - Relação entre equipamentos convencionais e dispositivos economizadores.

Equipamento convencional	Consumo em equipamento convencional	Equipamento economizador	Economia (%)
Bacia com caixa acoplada ou válvula	6 litros/descarga	Duplo acionamento	25
Ducha (quente + fria) de baixa pressão (2 a 10 mca)	0,22 litros/segundo	Restritor de vazão 6 litros/minuto	55
Ducha (quente + fria) de alta pressão (10 a 40 mca)	0,34 litros/segundo	Restritor de vazão 6 litros/minuto	62
Torneira de pia de baixa pressão (2 a 10 mca)	0,20 litros/segundo	Arejador de vazão 1,8 litros/minuto	85
Torneira de pia de alta pressão (10 a 40 mca)	0,38 litros/segundo	Arejador de vazão 1,8 litros/minuto	92
Torneira de uso geral de baixa pressão (2 a 10 mca)	0,23 litros/segundo	Restritor de vazão 6 litros/minuto	57
Torneira de uso geral de alta pressão (10 a 40 mca)	0,38 litros/segundo	Restritor de vazão 6 litros/minuto	74
Mictório	2 litros/uso	Válvula automática	50

Fonte: Lima (2015) – Adaptado.

Segundo Lima (2015), muitos fabricantes embutiram arejadores nas suas torneiras, porém, na sua maior parte, nas linhas com um nível mais elevado de sofisticação. A substituição de torneiras mais básicas ou antigas por dispositivos com arejadores é recomendada. O autor ainda cita que de acordo com Marinoski e Andrade (2010), o arejador traz uma economia em torno de 50% em comparação ao uso nas mesmas condições. A NBR 10281 (2015) estabelece que uma torneira com arejador deva apresentar uma vazão mínima de 0,05 litro/segundo.

O mesmo autor ainda traz, que de acordo com o Ministério do Meio Ambiente

(2014), que com a redução da demanda de água, consequentemente há uma redução do volume de esgoto, diminuindo os gastos com a operação das estações de tratamento de água e esgoto, possibilitando um investimento em infraestrutura maior. Isso viabiliza que as concessionárias consigam atender um número maior de pessoas.

5.3 Estrutura tarifária

A concessionária responsável pelo fornecimento de água para o Instituto Federal do Tocantins é gerida pela empresa BRK ambiental, e em seu site eletrônico ela disponibiliza a estrutura tarifária para discriminando as tarifas por tipo de edificação, que podem ser: residencial, tarifa social, comercial, industrial, e pública. No caso analisado, o fornecimento é para uma instituição pública, na qual só encaixam em dois casos apresentados pela Figura 1.

Figura 1 - Descrição da tarifa pública

Pública						
TIPO	FAIXA M³ INTERVALO	VOLUME POR FAIXA	ALÍQUOTA (PREÇO P/ M³)	FATOR DE DEDUÇÃO	VALOR DA FAIXA	VALOR ACUMULADO
P,1	0 A 15	15	7,24	---	108,54	108,54
P,2	> 15	---	10,73	52,43	---	---

[Voltar ao topo](#)

Fonte: BRK ambiental.

A cobrança pelo uso de água está regulamentada nos instrumentos da Lei 9.433 de 1997, que é lei que rege a Política Nacional de Recursos Hídricos.

5.4 Histórico de consumo

Com base nos dados obtidos na Coordenação de Contabilidade e Execução Financeira do IFTO, foi possível elaborar um histórico de consumo com as faturas de

águas que estavam disponíveis, foi montado um histórico de dois anos dos blocos 14 e 15 que já se encontravam em funcionamento há aproximadamente três anos identificados pelo hidrômetro Y14S711852, e apenas um mês para os blocos 16 e 17 que haviam sido inaugurados recentemente, portanto não havia muitas faturas disponíveis, identificados pelo hidrômetro A17S623255, conforme as Tabelas 1 e 2 a seguir irão ilustrar.

Por alguma razão não conhecida a taxa de esgoto não era cobrada, e só foi taxada a partir de maio de 2018, por isso a partir deste período há um aumento considerável do valor cobrado pelo consumo de água no IFTO.

Tabela 1 - Histórico de Consumo (Blocos 14 e 15).

Blocos:	14 e 15		
Hidrômetro:	Y14S711852		
Valor (R\$)	Consumo (m³)	Mês	Ano
1008,61	114	1	2017
1748,09	194	2	2017
943,90	107	3	2017
1074,86	108	4	2017
1669,03	165	5	2017
1981,75	195	6	2017
1908,78	188	7	2017
1564,79	155	8	2017
1835,82	181	9	2017
1398,01	139	10	2017
1293,77	129	11	2017
1335,46	133	12	2017
855,96	87	1	2018
1043,59	105	2	2018
1158,25	116	3	2018
908,08	92	4	2018
3073,61	164	5	2018
2899,75	155	6	2018
6577,88	301	7	2018
8954,94	436	8	2018
8255,56	402	9	2018
5108,35	249	10	2018
2434,25	119	11	2018
2701,66	132	12	2018

Tabela 2 - Histórico de consumo (Blocos 16 e 17).

Blocos:	16 e 17		
Hidrômetro:	A17S623255		
Valor R\$	Consumo (m³)	Mês	Ano
987,37	56	5	2018
1373,71	76	6	2018
3236,79	161	7	2018
4409,28	218	8	2018
4388,71	217	9	2018
2619,69	131	10	2018
1632,32	83	11	2018
1323,78	68	12	2018

Quadro 4 – Calendário acadêmico.

Ano letivo de 2017				2017	
Calendário 2017/1				Meses atípicos	
Início	29/mar/17	Término	15/set/17	Março	Transição de período
100 dias letivos				Junho	Férias
Calendário 2017/2				Setembro	Transição de período
Início	27/set/17	Término	15/mar/18	Dezembro	Início das férias (dia 15)
100 dias letivos				2018	
				Meses atípicos	
				Janeiro	Final de férias (dia 20)
				Março	Transição de período
Ano letivo de 2018				Julho	Férias
Calendário 2018/1				Setembro	Transição de período
Início	28/mar/18	Término	29/ago/18	Dezembro	Início das férias (dia 20)
100 dias letivos				2019	
Calendário 2018/2				Meses atípicos	
Início	12/set/18	Término	13/fev/19	Janeiro	Final de férias (dia 20)
100 dias letivos				Fevereiro	Transição de período

Fonte: Castro (2019).

O calendário acadêmico exibido no Quadro 4, traz algumas informações que podem explicar a diminuição ou aumento repentinos no consumo de água. Castro (2019) sugere ainda que o sistema de irrigação dos blocos 14, 15, 16 e 17 seja revisto, já que com base no histórico de consumo, há um aumento no ano de 2018 em relação a 2017 de aproximadamente 150 m³ nos períodos mais críticos de estiagem, de julho a setembro, como pode ser observado no histórico de consumo.

5.5 Índice de consumo adotado para dimensionamento

As bibliografias mostradas no Quadro 5 foram consultadas para obtenção de parâmetros de consumo de água para dimensionamento de reservatório, para que posteriormente seja comparada com o índice de consumo obtido a partir da medição executada.

Quadro 5 - Índice de consumo de água (IC) para escolas tipo externato.

IC	Categoria	Fonte
50 l/pessoa.dia	Escola - Externato	Botelho; Ribeiro Jr (2006)
50 l/pessoa.dia	Escola - Externato	Mello; Netto (1988)
50 l/pessoa.dia	Escola - Externato	Creder (2006)

5.6 Reajuste de tarifa

O reajuste das tarifas é feito pela Agência Tocantinense de Regulação, Controle e Fiscalização de Serviços Públicos (ATR), e é regido pelo o Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) elaborado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) que tem como objetivo mensurar a inflação sobre um grupo de serviços e produtos que são comercializados no varejo, referentes ao consumo pessoal das famílias.

O último reajuste efetuado na tarifa pública de água é de março de 2018 e segue o IPCA de dezembro de 2017 de 2,95%. E pode ser consultada no diário oficial de Tocantins publicado no dia 8 de março de 2018.

5.7 Objeto de estudo

Para a elaboração do estudo foram escolhidos os blocos 14, 15, 16 e 17, como evidenciado na Figura 2. O critério de escolha foi à medição individualizada, o que possibilita ter dados mais precisos e uma população conhecida. Já que a administração não tinha dados relativos à população dos blocos, a contagem deverá ser feita manualmente.

Figura 2 - IFTO e Blocos em estudo.



Fonte: Google Maps

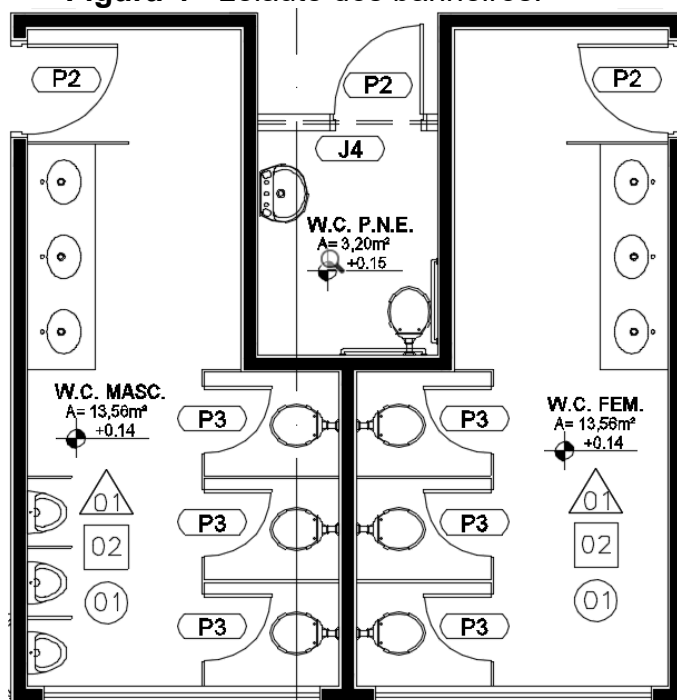
O bloco 14 possui um leiaute, no térreo, diferente do projeto o qual foi possível ter acesso, pois possui um lavatório, exibido na Figura 3, a mais na região externa dos banheiros, que são exclusivos para servidores. Porém os banheiros dedicados aos servidores possuem a mesma quantidade de equipamentos hidráulicos que os demais. É importante ressaltar que parte da instalação do bloco 14 é dedicada aos docentes e funcionários técnico-administrativos.

Figura 3 - Lavatório de uso exclusivo dos servidores.



Já os demais blocos possuem leiaute padrão em termos de instalação hidráulica (inclusive a parte superior do bloco 14), que contam com: Um banheiro masculino que possui uma bancada com 3 lavatórios, 3 mictórios, e 3 bacias sanitárias com válvula de descarga; Um banheiro feminino possui os mesmos componentes, exceto os mictórios; E um banheiro PNE (Portador de Necessidades Especiais), com uma bacia sanitária e um lavatório. Como pode ser observado na Figura 4.

Figura 4 - Leiaute dos banheiros.



Dos equipamentos presentes exibidos na Figura 5, o único que pode ser considerado economizador é a torneira que possui acionamento hidromecânico, mas tem sua eficiência reduzida devido à ausência de arejador. As válvulas de descarga das bacias sanitárias são convencionais e o dispositivo de descarga dos mictórios é um registro. Vale ressaltar que as torneiras de acionamento hidromecânico só foram instaladas no recesso do semestre 2018.1, até então eram torneiras convencionais.

Figura 5 - Equipamentos hidráulicos dos blocos novos.



6 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente trabalho é caracterizado como um estudo de caso que visa racionalizar o consumo de água diante da problemática já justificada anteriormente, e foi elaborado a partir de uma análise para obtenção de dados realizada nos blocos 14, 15, 16 e 17 no IFTO – Campus Palmas.

O estudo foi dividido em passos que foram descritos a seguir, mas resumidamente consistem em: auditoria de consumo de água para identificar a quantidade de água consumida; plano de intervenção, que utiliza os dados da etapa anterior para analisar o que pode ser feito; E por fim, projeções estimadas do impacto de consumo para aferir a potencial redução com os aparelhos economizadores.

6.1 Auditoria de consumo de água

Esta etapa consiste em levantar informações preliminares do sistema hidráulico e das atividades que utilizam água por meio das ações dos usuários. A partir disso é possível levantar as grandes áreas consumidoras do sistema, que variam de acordo com a tipologia do edifício.

Este passo é essencial quando se tem como objetivo avaliar o impacto da redução do consumo de água em função das ações implementadas. Desta maneira, é proposto que a auditoria seja feita em dois estágios:

- Levantamento de consumo de água;

- Levantamento do edifício.

Nesta etapa também foi realizada a determinação do índice de consumo diário através do levantamento populacional com uma contagem manual da população dos blocos considerando a população que se encontra nas salas e flutuante entre os blocos, e leitura dos hidrômetros em um intervalo de 24h antes da contagem e no dia posterior entre às 6:00 e 6:15 da manhã, para que seja comparado com outras bibliografias. Vale ressaltar que as contagens serão feitas às quartas-feiras, pois é o dia lavagem total dos blocos que consome um volume considerável de água.

6.1.1 Histórico consumo de água

São necessários os dados de pelo menos 12 meses do histórico de consumo para relacionar a variação de consumo de acordo com as estações do ano. A partir desse histórico será permitido ter uma estimativa de gastos anuais com água nos blocos em estudo.

6.1.2 Levantamento do edifício

A fim de conhecer melhor as características físicas e funcionais das instalações hidráulicas e das atividades do edifício, faz-se necessário um levantamento geral. Iniciando-se pela aquisição das cópias dos projetos:

- Arquitetônico;
- Hidráulico predial.

O projeto arquitetônico, por ser um projeto mais limpo, facilita a visualização da distribuição dos ambientes, pode ser utilizado como guia, se tiver os pontos de utilização de água, para a vistoria dos ambientes sanitários. Além de fornecer informações sobre as áreas (total de construção, pavimentação, verde), que podem contribuir para entendimento do perfil de consumo, pois áreas de pavimentação e verdes requerem uma periodicidade na lavagem e irrigação, respectivamente.

O projeto hidráulico traz informações sobre a alimentação predial, traçado da tubulação e descrição dos pontos consumidores.

6.2 Plano de intervenção

Com a identificação dos pontos e atividades consumidoras é possível encontrar um equipamento economizador que se adeque ao tipo de utilização e, assim, propor a substituição do mesmo. A substituição deve ser por um equipamento de funcionamento equivalente e que não venha trazer transtornos aos usuários e, que, preferencialmente não altere a rotina de utilização.

Em alguns casos, como as válvulas de duplo acionamento, que pode trazer confusão aos usuários, será necessário que haja algum tipo de instrução próximo ao equipamento para que se efetive o uso mais racional da água.

6.3 Projeções

Foi feita uma série de projeções como: estimativa de consumo futuro através do histórico de consumo, reajuste tarifário para os próximos 20 anos levando em consideração o IPCA, e situações projetadas considerando reduções de 10 a 40% de redução de consumo de água. A avaliação da redução de consumo proporcionada pelos equipamentos consumidores se dará através da projeção de estimativas de economia comparadas ao gasto de implantação e tempo de retorno.

Com base nisso é possível determinar um tempo de retorno com base no investimento feito inicialmente para instalação dos equipamentos economizadores e determinar se há uma viabilidade econômica para uma possível expansão do projeto.

Os blocos estudados possuem medições independentes dos demais, conforme foi mostrado nas tabelas 4 e 5, os hidrômetros sob registro Y14S711852 e A17S623255, são responsáveis por efetuar as medições dos blocos 14 e 15, 16 e 17, respectivamente.

7 RESULTADOS

7.1 Auditoria de consumo de água

7.1.1 Índice de consumo de água

Para determinação do índice de consumo de água, foi realizada uma contagem manual de pessoal (incluindo discentes, docentes, servidores técnico-administrativos, servidores terceirizados, e população flutuante) nos três turnos, pela manhã, no horário entre 8h e 10h, pela tarde, no horário entre 14h e 17h, e pela noite, no horário entre 19h e 21h. Como pode ser visto no Quadro 6 os registros feitos, ambas as vezes na quarta-feira, pois é o dia de execução da lavagem semanal completa dos blocos.

Quadro 6 - Contagem populacional dos blocos 14, 15, 16 e 17.

Blocos	14 e 15				16 e 17			
Dia/Turno	Matutino	Vespertino	Noturno	Total	Matutino	Vespertino	Noturno	Total
06/fev	356	113	369	838	199	148	134	481
27/fev	737	39	280	1056	209	97	209	515
13/mar	739	65	415	1219	381	125	265	771
20/mar	730	83	421	1234	358	105	180	643

Previamente a contagem e no dia posterior, foram feitas as leituras dos hidrômetros pela manhã, entre 6h e 6:15, antes dos blocos entrarem em pleno funcionamento, apenas o pessoal que trabalha na cantina se encontrava no bloco 14 nesse horário. A Figura 6 mostra um registro fotográfico, feito nos dias 6 e 7 de fevereiro de 2019, do hidrômetro A17S623255, que faz a leitura do consumo dos blocos 16 e 17, dos blocos 14 e 15 (hidrômetro: Y14S711852) não foi feito o mesmo registro, pois há uma grade na frente impossibilitando uma imagem que evidencie a leitura do hidrômetro como mostrado na Figura 7, mas a leitura foi feita da mesma forma. O registro feito no hidrômetro é em metros cúbicos e os números em vermelho são números decimais que representam em litros em centenas, dezenas, e em alguns hidrômetros, as unidades, respectivamente, da esquerda para direita.

Figura 6 - Leitura do hidrômetro dos blocos 16 e 17.**Figura 7** - Hidrômetro dos blocos 14 e 15.

A partir do número total de alunos contabilizados nos três turnos, foi realizada uma razão entre a quantidade de água consumida e número de pessoas nos blocos por dia, um índice de consumo diário *per capita*, como pode ser observado no Quadro 7.

Quadro 7 - Índice de Consumo de água.

Dia	Consumo (m³)		População (Pessoa.dia)		Índice de Consumo (m³/pessoa.dia)		Índice de Consumo (l/pessoa.dia)	
	Blocos		Blocos		Blocos		Blocos	
	14 e 15	16 e 17	14 e 15	16 e 17	14 e 15	16 e 17	14 e 15	16 e 17
06/fev	6,35	2,83	838	481	0,007578	0,00588	7,58	5,88
27/fev	7,29	4,29	1056	515	0,006903	0,00833	6,90	8,33
13/mar	7,63	5,83	1219	771	0,006257	0,00756	6,26	7,56
20/mar	6,92	5,27	1234	643	0,005608	0,00820	5,61	8,20

Quadro 8 - Valores de Referência de índice de consumo.

Referência	Região	Índice de consumo (L/aluno.dia)
Farina <i>et al</i> , 2011	Bolonha, Itália	10 a 30
Cheng <i>et al</i> , 2004	Taiwan	34
Gonçalves <i>et al</i> , 2005	Campinas, SP	51,1
AQUA, 2007 (após a implantação do PURA)	São Paulo	10 a 20
AQUA, 2007 (após a implantação do PURA)	França	13
Oliveira, 2013	Ituiutaba, MG	13,86 a 51,26
Oliveira, 2013	Monte Carmelo, MG	10,59 a 62,23
Oliveira, 2013	Patos de Minas, MG	6,42 a 40,21
Oliveira, 2013	Patrocínio, MG	7,15 a 20,61
Oliveira, 2013	Uberaba, MG	8,26 a 62,82
Oliveira, 2013	Uberlândia, MG	7,27 a 47,4
Oliveira, 1999	Campinas, SP	81,1
Oliveira, 1999 (após implantação do PURA)	Campinas, SP	4,5
Nunes, 2000	Campinas, SP	134
Nunes, 2000 (após a implantação do PURA)	Campinas, SP	8

Fonte: Soares (2016).

Comparando os índices obtidos com os valores de referência do Quadro 8, é possível afirmar que o consumo de água se encontra baixo e se encaixa no PURA (Programa de Uso Racional da Água), que de acordo com o Melo *et al* (2014), com consumo máximo de 10 (agente/consumidor.dia).

7.1.2 Equipamentos consumidores

Os quatro blocos são constituídos pelo mesmo leiaute contendo dois pavimentos, conforme explicado no tópico 5.7 e ilustrado pela Figura 4, cada um contendo um banheiro masculino, um feminino e um PNE, todos eles contendo o mesmo número de equipamentos, com apenas um lavatório a mais no bloco 14, este que fica fora do banheiro, como foi explicado no tópico 5.7. Somente uma das torneiras no total é para um uso distinto, na copa, foi considerada como uma torneira de cozinha.

O número total de equipamentos consumidores pode ser visto no Quadro 9 e as especificações com as soluções propostas no Quadro 10.

Quadro 9 - Quantidade de equipamentos.

Vasos sanitários	Mictórios	Torneiras
56	24	57

Quadro 10 - Especificação dos equipamentos propostos.

ESPECIFICAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS EXISTENTES	
Vasos sanitários	Todos equipados com válvula de descarga sem tomada de água para caixa acoplada.
Torneiras	Torneiras de bancada.
Mictórios	Mictórios com tomada de água não embutida, por cima.
EQUIPAMENTOS PROPOSTOS	
Vasos sanitários	Válvulas de descargas com limitador de vazão de duplo acionamento.
Torneiras	Torneiras com acionamento hidromecânico ou automáticas com sensores, ambas com arejadores.
Mictórios	Descarga com acionamento hidromecânico.

7.2 Plano de intervenção

7.2.1 Substituição dos equipamentos por equipamentos economizadores

Utilizando a relação de materiais e a composição do SINAPI (Sistema Nacional de Custos e Índices da Construção Civil) desonerada de Janeiro de 2019 como bases de dados é possível prever os custos envolvidos na substituição dos equipamentos consumidores. Os itens previstos para substituição que não forem encontrados nesta fonte de dados serão orçados a partir de uma pesquisa de mercado local na cidade de Palmas- TO.

Neste cenário foi previsto apenas o custo de aquisição dos equipamentos, visto que, o IFTO dispõe de corpo de funcionários responsável pela manutenção do edifício que poderia fazer a instalação dos equipamentos propostos.

Levando em conta que os equipamentos nos blocos são novos e se encontram em bom estado, a maior parte deles pode ser reaproveitada, como por exemplo, o mecanismo da válvula de descarga pode ser reaproveitado, para que se torne um equipamento economizador é necessário apenas trocar a peça de

acabamento que também é responsável pelo acionamento duplo. Os periféricos que fazem parte da instalação também serão reaproveitados como no caso dos engates flexíveis que ligam as torneiras à rede hidráulica. Já as torneiras, apesar de possuírem sistema de acionamento hidromecânico, serão substituídas por não apresentarem arejadores que podem trazer uma economia de 50% de acordo Lima (2015).

Será previsto um cenário com torneiras completamente automáticas trabalhando juntamente com mictórios hidromecânicos e válvulas de duplo acionamento, como pode ser observado no Quadro 11. E um segundo cenário substituindo as torneiras automáticas por torneiras de acionamento hidromecânico, conforme exibido no Quadro 12. Vale ressaltar que em ambos, serão previstas torneiras com arejadores.

Quadro 11 - Cenário 1 (com torneiras automáticas).

FONTE	CÓD.	DESCRIÇÃO	UN.	PREÇO MEDIANO (R\$)	TOTAL (R\$)
SINAPI	21112	VALVULA DE DESCARGA EM METAL CROMADO PARA MICTORIO COM ACIONAMENTO POR PRESSAO E FECHAMENTO AUTOMATICO	24	92,96	2231,04
SINAPI	36795	TORNEIRA CROMADA DE MESA PARA LAVATORIO COM SENSOR DE PRESENÇA	56	583,58	32680,5
PESQUISA DE MERCADO		ACABAMENTO PARA VÁLVULA DE DESCARGA COM DUPLO ACIONAMENTO	56	65,65	3676,40
SINAPI	11772	TORNEIRA CROMADA DE MESA PARA COZINHA BICA MOVEL COM AREJADOR 1/2 " OU 3/4 " (REF 1167)	1	90,73	90,73
				TOTAL (R\$)	38678,70

Quadro 12 - Cenário 2 (com torneiras hidromecânicas).

FONTE	CÓD.	DESCRIÇÃO	UN.	PREÇO MEDIANO (R\$)	TOTAL (R\$)
SINAPI	21112	VALVULA DE DESCARGA EM METAL CROMADO PARA MICTORIO COM ACIONAMENTO POR PRESSAO E FECHAMENTO AUTOMATICO	24	92,96	2231,04
SINAPI	36796	TORNEIRA CROMADA DE MESA PARA LAVATORIO TEMPORIZADA PRESSAO BICA BAIXA	56	150,25	8414
PESQUISA DE MERCADO		ACABAMENTO PARA VÁLVULA DE DESCARGA COM DUPLO ACIONAMENTO	56	65,65	3676,40
SINAPI	11772	TORNEIRA CROMADA DE MESA PARA COZINHA BICA MOVEL COM AREJADOR 1/2 " OU 3/4 " (REF 1167)	1	90,73	90,73
				TOTAL (R\$)	14412,20

A escolha de dois cenários com torneiras diferentes se dá pelas torneiras completamente automáticas possuírem uma economia de uso de água de até 15% em relação às torneiras com acionamento hidromecânico como foi explicado no tópico 5.2.2, isso se dá pela adequação melhor ao uso, a torneira hidromecânica fica aberta de 4 a 10 segundos pré-definidos, e a automática o tempo exato de utilização do usuário. Já para os dois equipamentos de descarga, a quantidade de água economizada é a mesma, diferindo apenas na necessidade do usuário acionar o mecanismo, e a automática custa aproximadamente oito vezes mais que as de acionamento hidromecânico, o que não justifica o investimento.

7.2.2 Conscientização dos usuários

Para que os equipamentos poupadores economizem água efetivamente é necessário garantir que os usuários utilizem-nos de maneira correta, portanto, cartazes podem ser colocados para sanar possíveis dúvidas de utilização e até mesmo para conscientizar o usuário de utilizar somente a água necessária. Como pode ser visto nas Figuras 8 e 9.

Figura 8 – Instrução de descarga (duplo acionamento).

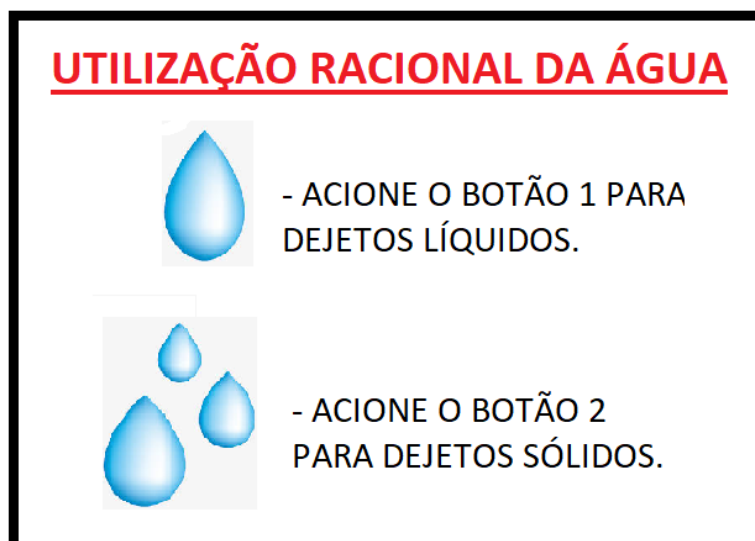
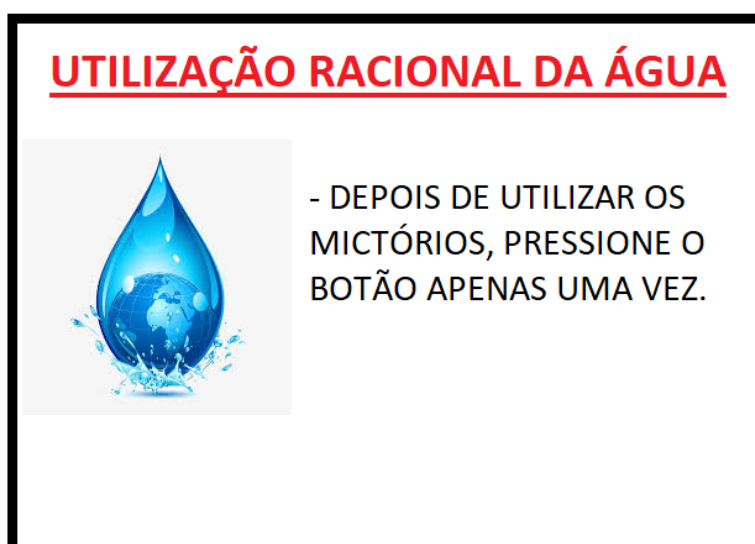


Figura 9 – Instrução de descarga dos mictórios.



Como foram previstos cenários com dois tipos de torneiras, é necessário dois cartazes diferentes, um para cada situação como pode ser observado nas Figuras 10 e 11.

Figura 10 – Instrução de uso (torneira hidromecânica).

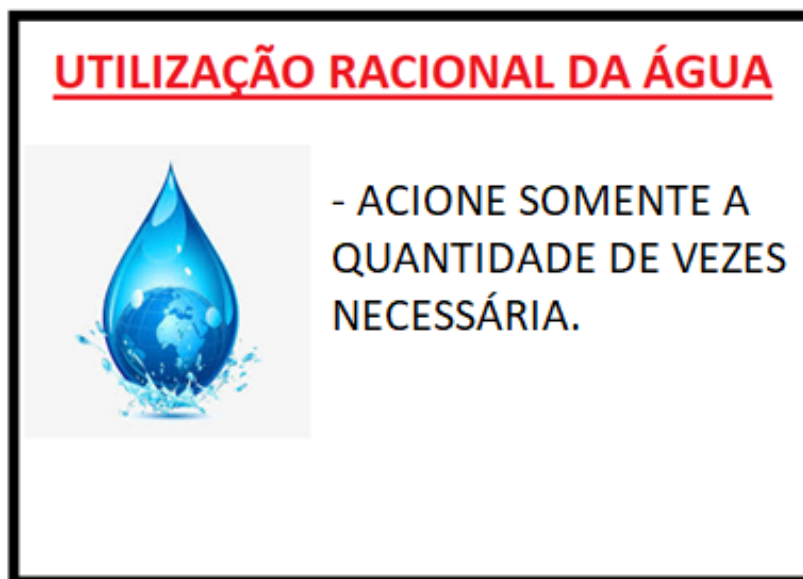
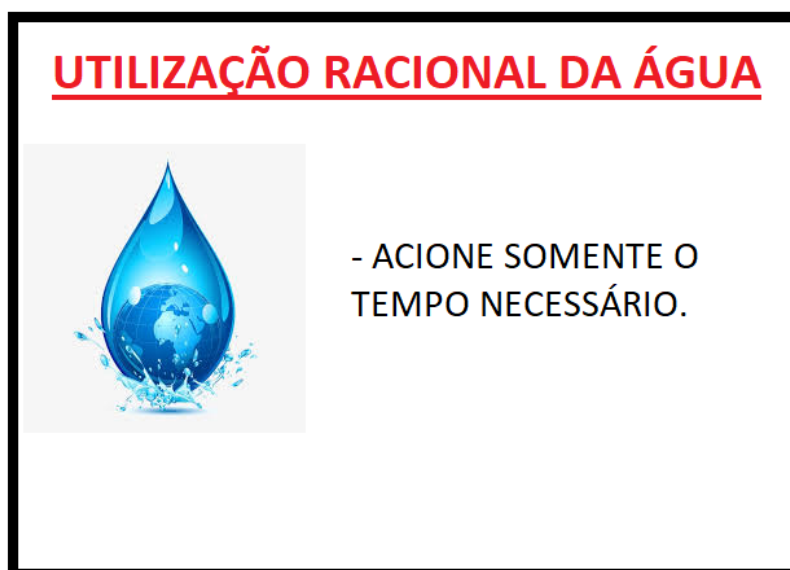
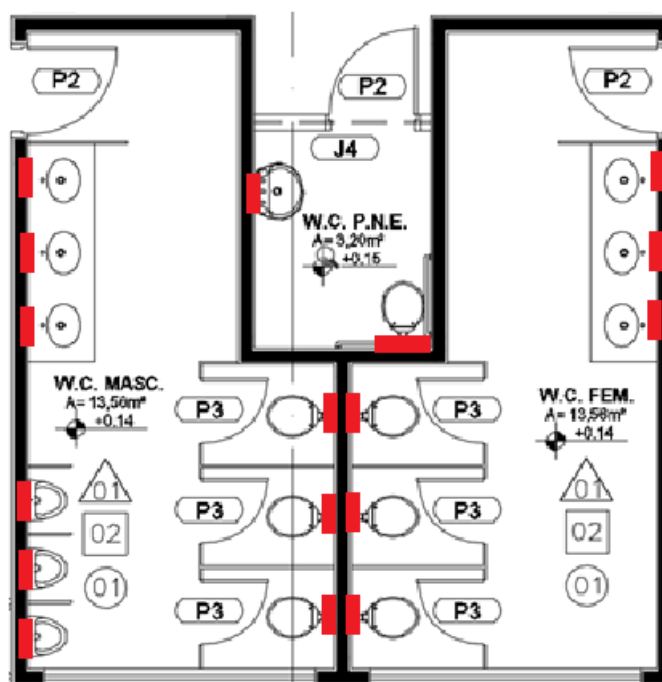


Figura 11 – Instrução de uso (torneira automática).



No caso deste estudo foi previsto somente cartazes acima das válvulas de descarga das bacias sanitárias e mictórios, e acima das torneiras, conforme mostrado na Figura 12.

Figura 12- Local de instalação dos cartazes.



A campanha de conscientização não passa somente pela utilização de cartazes que podem ser aplicados em pontos estratégicos além dos banheiros com mensagens diferentes, mas que ainda sim convergem em um mesmo objetivo de educar o usuário quanto ao uso de água. Fora isto, pode ser feito uma ampliação deste movimento, como, por exemplo, ser um tema abordado na aula magna de apresentação do curso ou promoção de eventos com este intuito.

7.3 Projeções

7.3.1 Reajuste de tarifa

Com base no IPCA utilizado pela ATR, conforme foi explicado no tópico 5.6, foi feita uma extrapolação linear utilizando o IPCA de dezembro de 2018 de 3,75% para ter-se uma ideia do ajuste nos próximos 20 anos como pode ser visto na Tabela 3. Devido à escassez crescente nos centros urbanos este resultado tende a aumentar em relação ao extrapolado, como Lombardi (2012) traz em seu trabalho.

Tabela 3 - Valor da tarifa reajustado (extrapolação).

Ano	Custo unitário (R\$/m³)
2018	10,73
2019	11,13
2020	11,55
2021	11,98
2022	12,43
2023	12,90
2024	13,38
2025	13,88
2026	14,40
2027	14,94
2028	15,51
2029	16,09
2030	16,69
2031	17,32
2032	17,97
2033	18,64
2034	19,34
2035	20,06
2036	20,82
2037	21,60
2038	22,41

7.3.2 Estimativa de consumo

Os blocos 14 e 15 já estão em funcionamento há aproximadamente seis anos, fazendo com haja um padrão de consumo já definido, que pode ser visto no histórico levantado no tópico 5.4. Já os blocos 16 e 17, a primeira medição é datada de maio de 2018, não há nem um ano inteiro em funcionamento, portanto, para estimativa de consumo futuro, foi feita uma proporcionalidade utilizando o histórico de consumo dos blocos 14 e 15 que possui períodos de uso iguais devido ao calendário acadêmico da instituição. Para estes blocos, em porcentagem, foi encontrado o correspondente aos meses de janeiro a abril, para que se pudesse ter um parâmetro para fazer a projeção do consumo dos blocos 16 e 17. Com base no Quadro 13 foi possível chegar a uma média de 22,95% de consumo nos meses de janeiro a abril em relação ao total anual, e no Quadro 13 é mostrada uma projeção anual de como ficaria o consumo nos blocos 16 e 17.

Quadro 13 - Percentual de consumo de janeiro a abril.

Ano	BLOCOS		
	14 e 15		
	Consumo total anual (m³)	Consumo de janeiro a abril (m³)	Consumo de janeiro a abril (%)
2017	1808	523	28,93
2018	2358	400	16,96

No Quadro 14, pode-se notar uma discrepância muito grande nos valores, a alteração na distribuição do uso de água ao longo dos meses nos anos de 2017 e 2018 é devido a irrigação necessária para o processo de urbanização, mas devido à falta de registro dos blocos 16 e 17 e de pelo menos mais um ano de consumo dos blocos 14 e 15 para constatar se esse comportamento se tornará um padrão, foi necessário ainda a adoção desta média para obter-se um valor de projeção.

Quadro 14 - Projeção de consumo para os blocos 16 e 17.

Ano	BLOCOS			
	16 e 17			
	Consumo maio a dezembro (m³)	Consumo de janeiro a abril projetado (%)	Consumo de janeiro a abril projetado (m³)	Consumo total anual projetado (m³)
2018	1010	22,95	300,76	1311

Para projeções futuras subsequentes, para os blocos 14 e 15, foi utilizada uma média do consumo dos anos de 2017 e 2018 (2083 m³), e para os blocos 16 e 17 o consumo total anual projetado (1311 m³), totalizando 3394 m³.

7.3.3 Tempo de retorno do investimento

Foram previstos dois cenários para o orçamento dos equipamentos a serem substituídos, conforme explicados no tópico 7.2.1, utilizando disto e projeções de consumo esperados, partindo de 10% e chegando a 40% de redução de consumo de água, é possível ter uma estimativa do tempo de retorno do dinheiro aplicado para tal melhoria.

Apesar de prever situações com um baixo corte no consumo, a redução

mínima esperada é de 20%, baseado no estudo da SABESP (2009), no qual foi realizado um estudo prático com a substituição dos equipamentos convencionais por dispositivos economizadores e a economia com gastos relacionados à água e esgoto ficou em um intervalo de 20% a 80%.

Além dos cenários de redução de consumo e do orçamento de equipamento será feita uma estimativa de gastos com água sem o reajuste tarifário anual previsto no tópico 8.3.1 e outra considerando o reajuste.

7.3.3.1 Projeção de redução de 10% no consumo de água

Considerando a pior situação para compensação do investimento, com valores descritos nos Quadros 11 e 12, como vista no Quadro 15, o tempo para o tempo de retorno seria de 11 e 4 anos, para os Cenários 1 (torneiras automáticas) e 2 (torneiras hidromecânicas), respectivamente, nos anos de 2029 e 2022.

Quadro 15 - Projeção de gastos e economia para redução de 10% sem reajuste de tarifa.

Redução de 10%					
Sem reajuste					
Ano	Custo unitário (R\$/m³)	Projeção de custos anuais (R\$)	Valor com redução de 10%	Valor da economia (R\$)	Valor da economia acumulado (R\$)
2019	10,73	36417,62	32775,86	3641,76	3641,76
2020	10,73	36417,62	32775,86	3641,76	7283,52
2021	10,73	36417,62	32775,86	3641,76	10925,29
2022	10,73	36417,62	32775,86	3641,76	14567,05
2023	10,73	36417,62	32775,86	3641,76	18208,81
2024	10,73	36417,62	32775,86	3641,76	21850,57
2025	10,73	36417,62	32775,86	3641,76	25492,33
2026	10,73	36417,62	32775,86	3641,76	29134,10
2027	10,73	36417,62	32775,86	3641,76	32775,86
2028	10,73	36417,62	32775,86	3641,76	36417,62
2029	10,73	36417,62	32775,86	3641,76	40059,38

Ainda levando em consideração uma economia de 10%, só que dessa vez prevendo o reajuste tarifário da cobrança de consumo de água conforme mostrado no Quadro 16. O tempo de retorno do investimento para o Cenário 1 diminuiria em 2 anos e o valor investido seria compensado em 2027, já para o Cenário 2, continuaria o mesmo, 4 anos, com compensação em 2022.

Quadro 16 - Projeção de gastos e economia para redução de 10% com reajuste de tarifa.

Redução de 10%					
Com reajuste					
Ano	Custo unitário (R\$/m³)	Projeção de custos anuais (R\$)	Valor com redução de 10%	Valor da economia (R\$)	Valor da economia acumulado (R\$)
2019	11,13	37775,22	33997,70	3777,52	3777,52
2020	11,55	39191,79	35272,61	3919,18	7696,70
2021	11,98	40661,48	36595,33	4066,15	11762,85
2022	12,43	42186,29	37967,66	4218,63	15981,48
2023	12,90	43768,27	39391,45	4376,83	20358,31
2024	13,38	45409,58	40868,63	4540,96	24899,26
2025	13,88	47112,44	42401,20	4711,24	29610,51
2026	14,40	48879,16	43991,24	4887,92	34498,42
2027	14,94	50712,13	45640,92	5071,21	39569,64
2028	15,50	52613,83	47352,45	5261,38	44831,02
2029	16,08	54586,85	49128,17	5458,69	50289,71

7.3.3.2 Projeção de redução de 20% no consumo de água

Considerando que a economia de água seja de 20% e não haja reajuste de tarifa, o dobro da projeção anterior, como mostrado no Quadro 17 o retorno já viria no ano seguinte para o Cenário 2, se os equipamentos fossem instalados ainda em 2019 . Já para o Cenário 1, a compensação viria em 2024.

Quadro 17 - Projeção de gastos e economia para redução de 20% sem reajuste de tarifa.

Redução de 20%					
Sem reajuste					
Ano	Custo unitário (R\$/m³)	Projeção de custos anuais (R\$)	Valor com redução de 20%	Valor da economia (R\$)	Valor da economia acumulado (R\$)
2019	10,73	36417,62	29134,10	7283,52	7283,52
2020	10,73	36417,62	29134,10	7283,52	14567,05
2021	10,73	36417,62	29134,10	7283,52	21850,57
2022	10,73	36417,62	29134,10	7283,52	29134,10
2023	10,73	36417,62	29134,10	7283,52	36417,62
2024	10,73	36417,62	29134,10	7283,52	43701,14
2025	10,73	36417,62	29134,10	7283,52	50984,67
2026	10,73	36417,62	29134,10	7283,52	58268,19
2027	10,73	36417,62	29134,10	7283,52	65551,72
2028	10,73	36417,62	29134,10	7283,52	72835,24
2029	10,73	36417,62	29134,10	7283,52	80118,76

Ainda levando em consideração uma economia de 20%, só que dessa vez considerando o reajuste tarifário da cobrança de consumo de água conforme mostrado no Quadro 18. O tempo de retorno do investimento para o Cenário 1 diminuiria em 1 ano e o valor investido seria compensado em 2023, já para o Cenário 2, continuaria o mesmo, 2 anos, com compensação em 2020.

Quadro 18 - Projeção de gastos e economia para redução de 20% com reajuste de tarifa.

Redução de 20%					
Com reajuste					
Ano	Custo unitário (R\$/m³)	Projeção de custos anuais (R\$)	Valor com redução de 20%	Valor da economia (R\$)	Valor da economia acumulado (R\$)
2019	11,13	37775,22	30220,18	7555,04	7555,04
2020	11,55	39191,79	31353,43	7838,36	15393,40
2021	11,98	40661,48	32529,19	8132,30	23525,70
2022	12,43	42186,29	33749,03	8437,26	31962,96
2023	12,90	43768,27	35014,62	8753,65	40716,61
2024	13,38	45409,58	36327,67	9081,92	49798,53
2025	13,88	47112,44	37689,96	9422,49	59221,02
2026	14,40	48879,16	39103,33	9775,83	68996,85
2027	14,94	50712,13	40569,70	10142,43	79139,28
2028	15,50	52613,83	42091,07	10522,77	89662,04
2029	16,08	54586,85	43669,48	10917,37	100579,41

7.3.3.3 Projeção de redução de 30% no consumo de água

Com o aumento de redução de consumo a tendência é que o tempo de retorno seja sempre menor, nas projeções anteriores o tempo de retorno para o Cenário 2 se manteve no segundo ano. Já no para o Cenário 1, seria reduzido em 1 ano em relação a projeção anterior já considerando o reajuste, como pode ser visto no Quadro 19.

Quadro 19 - Projeção de gastos e economia para redução de 30% sem reajuste de tarifa.

Redução de 30%					
Sem reajuste					
Ano	Custo unitário (R\$/m³)	Projeção de custos anuais (R\$)	Valor com redução de 30%	Valor da economia (R\$)	Valor da economia acumulado (R\$)
2019	10,73	36417,62	25492,33	10925,29	10925,29
2020	10,73	36417,62	25492,33	10925,29	21850,57
2021	10,73	36417,62	25492,33	10925,29	32775,86
2022	10,73	36417,62	25492,33	10925,29	43701,14
2023	10,73	36417,62	25492,33	10925,29	54626,43
2024	10,73	36417,62	25492,33	10925,29	65551,72
2025	10,73	36417,62	25492,33	10925,29	76477,00
2026	10,73	36417,62	25492,33	10925,29	87402,29
2027	10,73	36417,62	25492,33	10925,29	98327,57
2028	10,73	36417,62	25492,33	10925,29	109252,86
2029	10,73	36417,62	25492,33	10925,29	120178,15

Os prazos de retorno não seriam alterados com a consideração do reajuste da tarifa para uma redução de 30%, com observado no Quadro 20.

Quadro 20 - Projeção de gastos e economia para redução de 30% com reajuste de tarifa.

Redução de 30%					
Com reajuste					
Ano	Custo unitário (R\$/m³)	Projeção de custos anuais (R\$)	Valor com redução de 30%	Valor da economia (R\$)	Valor da economia acumulado (R\$)
2019	11,13	37775,22	26442,65	11332,57	11332,57
2020	11,55	39191,79	27434,25	11757,54	23090,10
2021	11,98	40661,48	28463,04	12198,44	35288,55
2022	12,43	42186,29	29530,40	12655,89	47944,43
2023	12,90	43768,27	30637,79	13130,48	61074,92
2024	13,38	45409,58	31786,71	13622,88	74697,79
2025	13,88	47112,44	32978,71	14133,73	88831,53
2026	14,40	48879,16	34215,41	14663,75	103495,27
2027	14,94	50712,13	35498,49	15213,64	118708,91
2028	15,50	52613,83	36829,68	15784,15	134493,06
2029	16,08	54586,85	38210,80	16376,06	150869,12

7.3.3.4 Projeção de redução de 40% no consumo de água

Para os Cenários 2 e 1, respectivamente, os tempos de retorno de

investimento seriam de 1 e 3 anos, como pode ser observado no Quadro 21, considerando apenas a redução de consumo em 40%.

Quadro 21 - Projeção de gastos e economia para redução de 40% sem reajuste de tarifa.

Redução de 40%					
Sem reajuste					
Ano	Custo unitário (R\$/m³)	Projeção de custos anuais (R\$)	Valor com redução de 40%	Valor da economia (R\$)	Valor da economia acumulado (R\$)
2019	10,73	36417,62	21850,57	14567,05	14567,05
2020	10,73	36417,62	21850,57	14567,05	29134,10
2021	10,73	36417,62	21850,57	14567,05	43701,14
2022	10,73	36417,62	21850,57	14567,05	58268,19
2023	10,73	36417,62	21850,57	14567,05	72835,24
2024	10,73	36417,62	21850,57	14567,05	87402,29
2025	10,73	36417,62	21850,57	14567,05	101969,34
2026	10,73	36417,62	21850,57	14567,05	116536,38
2027	10,73	36417,62	21850,57	14567,05	131103,43
2028	10,73	36417,62	21850,57	14567,05	145670,48
2029	10,73	36417,62	21850,57	14567,05	160237,53

E por fim na última projeção, exibida no Quadro 22, considerando uma redução de 40% de consumo e o reajuste tarifário, nada muda, com os tempos de retorno de 1 e 3 anos, para os Cenários 2 e 1, respectivamente.

Quadro 22 - Projeção de gastos e economia para redução de 40% com reajuste de tarifa.

Redução de 40%					
Com reajuste					
Ano	Custo unitário (R\$/m³)	Projeção de custos anuais (R\$)	Valor com redução de 40%	Valor da economia (R\$)	Valor da economia acumulado (R\$)
2019	11,13	37775,22	22665,13	15110,09	15110,09
2020	11,55	39191,79	23515,07	15676,72	30786,80
2021	11,98	40661,48	24396,89	16264,59	47051,40
2022	12,43	42186,29	25311,77	16874,52	63925,91
2023	12,90	43768,27	26260,96	17507,31	81433,22
2024	13,38	45409,58	27245,75	18163,83	99597,06
2025	13,88	47112,44	28267,47	18844,98	118442,03
2026	14,40	48879,16	29327,50	19551,66	137993,70
2027	14,94	50712,13	30427,28	20284,85	158278,55
2028	15,50	52613,83	31568,30	21045,53	179324,08
2029	16,08	54586,85	32752,11	21834,74	201158,82

A substituição dos equipamentos convencionais por economizadores tem um potencial de economia de 80%, neste trabalho são montados cenários para reduções de até 40%, é possível que se ultrapasse esse valor se houver uma série de convergências como: a instalação hidráulica estiver bem cuidada (sem apresentar vazamentos ou equipamentos danificados), dispositivos bem regulados, e os usuários efetivamente conscientizados.

8 CONCLUSÃO

Com base na realização deste estudo, podemos afirmar que conforme foi exibido no tópico 5.5, os índices para dimensionamento do reservatório para escolas do tipo externato convergem em 50 l/pessoa.dia nos três autores consultados, bem acima dos valores obtidos em campo, pois o dia de maior consumo *per capita* foi de apenas 8,3 l/pessoa.dia nos blocos 16 e 17, que apesar de ter um consumo mensal menor que os blocos 14 e 15, constatou um consumo *per capita* maior, mostrando que há uma diferença de comportamento dos usuários, isso pode ser explicado pelo leiaute dos blocos, que no 16 e 17, apresentam uma área de convivência maior já que o pavimento inferior não possui salas de aula, somente um pátio, mas vale ressaltar ainda que só há uma cantina na região dos blocos novos e ela se encontra instalada no bloco 14. Outro fator que deve ser considerado é a questão climática, pois o estudo foi realizado na época de estação chuvosa o que possibilita a economia de água como, por exemplo, irrigação, que com a urbanização feita no ano de 2018 no período de estiagem fez com que houvesse um aumento significativo do consumo de água chegando a dobrar o consumo, é possível aferir isso comparando os meses de julho a setembro dos anos de 2017 e 2018. Além disto, na estação chuvosa, as temperaturas são mais amenas e o ar é mais úmido, o que faz com o que o usuário da edificação diminua o consumo com atividades que gastem água como a hidratação própria.

Quanto à questão da instalação de equipamentos economizadores, foram adotados valores bastantes conservadores em relação à economia proporcionada por não ter sido possível a instalação dos equipamentos poupadores e nem de hidrômetros setorizados nas edificações estudadas o que possibilitaria uma caracterização real do consumo de água, de quanto seria consumida por cada equipamento, e de quanto efetivamente seria economizado com os dispositivos poupadores. Entretanto, espera-se que a economia seja de no mínimo 20%, portanto há uma margem de segurança considerável no estudo, visto que, a análise parte da suposição que haja 10% da redução de consumo, e consequentemente, gastos com consumo de água. Outro fator que deve ser levado em consideração é quanto à utilização dos edifícios que tende a aumentar, assim como o consumo de água, devido à migração de cursos que desempenhavam atividades nas dependências mais antigas do Instituto Federal – Campus Palmas, como, por

exemplo, os cursos de Engenharia Civil e Engenharia Elétrica. A previsão de situações sem reajuste da tarifa traria tempos de retorno menores e por isso foi levado também em consideração, a favor da segurança do retorno do investimento aplicado.

A aquisição dos equipamentos ainda em 2019, considerando o pior das situações e com o Cenário 1, utilizando torneiras automáticas, teria um tempo máximo de retorno de 11 anos, já em casos considerando o Cenário 2, com torneira hidromecânicas, o tempo máximo de retorno seria de 4 anos. Entrando no intervalo de economia esperada, de 20% de redução de consumo, com as torneiras automáticas, o tempo de retorno seria de 6 e 5 anos, para situações sem e com reajuste tarifário, respectivamente. Já para o cenário com torneiras hidromecânicas, o retorno viria quase de imediato, no ano de 2020 para ambas as situações de tarifa.

Mesmo com a consideração de valores conservadores, a aplicação do investimento em equipamentos conservadores mostra-se bastante interessante por apresentar tempos de retorno rápido, visto que são equipamentos duráveis e trazem economia de fato em relação aos convencionais, para a edificação em questão, mesmo no pior dos cenários para retorno de economia de água, ainda sim no final de 2029 haveria um saldo positivo com o investimento mesmo em equipamentos considerados caros. Quando a economia chega a 20%, além dos tempos de retorno caírem consideravelmente, no ano de 2029, que seria o tempo máximo para ter-se retorno na pior situação, a economia com custos de consumo de água ultrapassaria os valores de 80 mil e 100 mil reais, para situações sem e com reajuste tarifário. E se a economia chegar a 40%, o tempo de retorno máximo seria de 3 anos para cenário com torneiras automáticas, e quase de imediato, sendo no mesmo ano, para torneiras hidromecânicas, fazendo com que em 2029, os valores economizados com gastos de fornecimento de água ultrapasse 160 mil e 200 mil, para situações sem e com reajuste tarifário.

Fica como sugestão para estudos futuros uma nova análise para conferir se a projeção de consumo dos blocos 16 e 17 será confirmada, já que o estudo mostra que há uma forma de uso distinta dos blocos 14 e 15, devido ao consumo *per capita* ser maior, e a extrapolação foi feita com base apenas no período de uso que é o mesmo. Além disto, houve uma ampliação quanto ao uso da água atribuído a irrigação da nova área urbanizada que ficou evidenciada principalmente nos períodos de estiagem.

9 REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8009 - Hidrômetro taquimétrico para água fria até 15,0 m³/h de vazão nominal - Terminologia. Rio de Janeiro. 1997.

_____. **NBR 13713 – Instalações hidráulicas prediais – Aparelhos automáticos acionados mecanicamente com ciclo de fechamento – Requisitos e métodos de ensaio.** Rio de Janeiro. 2009.

_____. **NBR 10281 – Torneiras – Requisitos e métodos de ensaio.** Rio de Janeiro. 2015.

BICUDO, C. E. de M.; SCHEUENSTHUL, M. C. B.; TUNDISI, J. G. **Águas do Brasil: Análises Estratégicas.** Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 2011. 221p.

BORGES, Elcileni de Melo; DA CUNHA, Débora Ferreira. **Urbanização acelerada: risco para o abastecimento de água na região metropolitana de Goiânia.** Revista Geo UERJ. Rio de Janeiro. 2015. Disponível em <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/geouerj/article/view/13816/13400>. Acesso em abril de 2019.

BOTELHO, M. H. C; RIBEIRO JR, G. de A. **Instalações Hidráulicas Prediais.** Editora Edgard Blücher Ltda. São Paulo, 2006. 344p.

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997.** Da Política Nacional de Recursos Hídricos. Brasília. 1997.

BRK Ambiental. **Estrutura Tarifária.** Disponível em <https://www.brkambiental.com.br/tocantins/agua-e-esgoto/sua-conta/estrutura-tarifaria/>. Acesso em junho de 2018.

CBCS – CONSELHO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL. **Uso Racional da Água e Habitação de Interesse Social no Estado de São Paulo.** Projeto SUSHI (Sustainable Social House Initiative). Brasília. 2011. Disponível em http://www.cbcs.org.br/sushi/images/see_pdf/SUSHI_Sumario_Executivo_Resumido-Agua.pdf. Acesso em junho de 2018.

CREDER, Hélio. **Instalações Hidráulicas e Sanitárias.** 6ª Edição. Rio de Janeiro: LTC, 2006. 418p.

CASTRO, G.G. **Determinação dos indicadores de consumo e uso eficiente da água no IFTO – Campus Palmas.** Projeto de Trabalho de conclusão de Curso – Bacharelado em Engenharia Civil – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins. Palmas, 2019.

FERREIRA, José Gomes; FIGUEIREDO, Fábio Fonseca. **Promovendo a participação social e o debate sobre seca e gestão de recursos hídricos no Rio Grande do Norte.** I Congresso Internacional da Diversidade do Semiárido. Campina Grande.

2016. Disponível em http://www.editorarealize.com.br/revistas/conidis/trabalhos/TRABALHO_EV064_MD1_SA14_ID2449_24102016203512.pdf. Acesso em abril de 2019.

GIACCHINI, Margolaine. **Uso e Reuso da Água**. Série de Cadernos Técnicos do Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Paraná (CREA-PR). Curitiba. 2011. Disponível em <http://www.crea-pr.org.br/ws/wp-content/uploads/2016/12/uso-e-reuso-da-agua.pdf>. Acesso em fevereiro de 2019.

HAFNER, Ana V. **Conservação e reúso de água em edificações – experiências nacionais e internacionais**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade federal do Rio de Janeiro – UFRJ. Rio de Janeiro. 2007. Disponível em http://www.wp.coc.ufrj.br/teses/mestrado/rh/2007/Teses/HAFNER_AV_07_t_M_rhs.pdf. Acesso em junho de 2018.

IBAMA, 2002, **Geo Brasil – Perspectivas do meio ambiente no Brasil**. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, Ministério do Meio Ambiente, Brasília, DF. Disponível em https://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/site_cnia/geo_brasil_2002.pdf. Acesso em fevereiro de 2018.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo – IPCA**. Disponível em <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/precos-e-custos/9256-indice-nacional-de-precos-ao-consumidor-amplo.html?=&t=o-que-e>. Acesso em fevereiro de 2019.

LIMA, Marcelo A. **Gestão de Água em Edifícios Públicos Administrativos: Recomendações Baseadas em Estudo de Caso no TCU**. 2015. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade de Brasília, Brasília.

LOMBARDI, LUCAS RUIZ. **Dispositivos poupadores de água em um sistema predial: análise de viabilidade técnico-econômica de implementação no instituto de pesquisas hidráulicas**. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

MARINOSKI, Ana K.; ANDRADE, Márcio. **Componentes hidráulicos economizadores de água**. In: LAMBERTS *et al.* (orgs.). Casa Eficiente: uso racional da água. LabEEE. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2010. Disponível em http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/publicacoes/livros/CasaEficiente_vol_III_WEB.pdf. Acesso em fevereiro de 2019.

MELO, N. A.; SALLA, M. R.; OLIVEIRA, F. R. G. de; FRASSON, V. M. **Consumo de água e percepção dos usuários sobre o uso racional de água em escolas estaduais do triângulo mineiro**. Ciência & Engenharia, jul-dez, 2014.

MELO, V. O.; NETTO, J. M. A. **Instalações Prediais Hidráulico-Sanitárias**. Editora Edgard Blücher Ltda. São Paulo, 1988. 185p.

OLIVEIRA, Lucia H. **As bacias sanitárias e as perdas d'água nos edifícios**. Ambiente Construído, v.2, n.4, pg. 39-45, out/dez 2002. Porto Alegre. 2002. Disponível em <https://seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/view/3433/1850>. Acesso em fevereiro de 2019.

_____. **Metodologia para a implantação de programa de uso racional de água em edifícios**. Tese (Doutorado em Engenharia). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo. 1999.

REBOUÇAS, Aldo. **Uso Inteligente da Água**. São Paulo: Escrituras, 2004. 207p.

SÃO PAULO (Estado). Companhia de Saneamento Básico. **Manual de gerenciamento para controladores de consumo de água**. São Paulo, 2009. Disponível em http://site.sabesp.com.br/uploads/file/asabesp_doctos/Manual%20do%20controlador.pdf. Acesso em março de 2019.

SOARES, A. E. P. **Análise do Consumo de Água em uma Escola Pública Estadual de Recife-PE**. Monografia de Bacharel em Engenharia Civil. Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco. Recife, PE. 2016.

TOCANTINS, Constituição (2018). Constituição do Estado de Tocantins. Diário Oficial do estado de Tocantins, Palmas, 8 mar. 2018.

TOMAZ, Plínio. **Conservação de água**. Guarulhos. 2009. Disponível em http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/livros/livro_conservacao/livro_conservacao_agua.pdf. Acesso em junho de 2018.

TUNDIZI, José G. **Água no Século XXI: Enfrentando a Escassez**. São Carlos: RiMa, 2003. 247p.