

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CAMPUS DO SERTÃO
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

MATHEUS HENRIQUE SOUZA BARROS

**DISPOSITIVOS POUPADORES DE ÁGUA EM UM SISTEMA PREDIAL EM
AMBIENTE UNIVERSITÁRIO: ANÁLISE DA VIABILIDADE**

Delmiro Gouveia - AL

2018

MATHEUS HENRIQUE SOUZA BARROS

**DISPOSITIVOS POUPADORES DE ÁGUA EM UM SISTEMA PREDIAL EM
AMBIENTE UNIVERSITÁRIO: ANÁLISE DA VIABILIDADE**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Eixo das tecnologias da Universidade Federal de Alagoas, Campus do Sertão, como parte da avaliação final para obtenção do Bacharelado em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Thiago Alberto da Silva Pereira.

Delmiro Gouveia - AL

2018

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca do Campus Sertão
Sede Delmiro Gouveia

Bibliotecária responsável: Larissa Carla dos Prazeres Leobino – CRB-4 2169

B277d Barros, Matheus Henrique Souza

Dispositivos poupadores de água em um sistema predial em ambiente universitário : análise da viabilidade / Matheus Henrique Souza Barros. – 2018.

48 f. : il.

Orientação: Prof. Dr. Thiago Alberto da Silva Pereira.
Monografia (Engenharia Civil) – Universidade Federal de Alagoas. Curso de Engenharia Civil. Delmiro Gouveia, 2018.

1. Consumo de água. 2. Água – viabilidade econômica. I. Título.

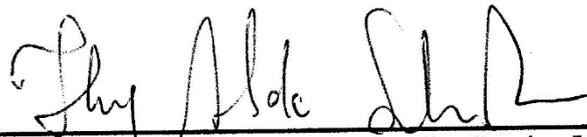
CDU: 628.1

FOLHA DE APROVAÇÃO

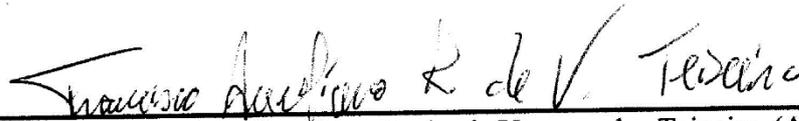
MATHEUS HENRIQUE SOUZA BARROS

**DISPOSITIVOS POUPADORES DE ÁGUA EM UM SISTEMA PREDIAL EM
AMBIENTE UNIVERSITÁRIO: ANÁLISE DA VIABILIDADE**

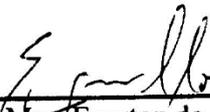
Trabalho de conclusão de curso
submetido a banca examinadora do Curso de
Engenharia Civil da Universidade Federal de
Alagoas – UFAL, Campus do Sertão, e
aprovado dia 08 de maio de 2018.



Professor Dr. Thiago Alberto da Silva Pereira, UFAL, (Orientador)

Banca Examinadora:

Engenheiro Francisco Aureliano Rocha de Vasconcelos Teixeira, (Avaliador)



Professor Mac Everton de Souza Coelho, UFAL, (Avaliador)

Ao meu avô Joaquim Barros (In memoriam), pelos vários conselhos e ensinamentos, pautando as conquistas da vida através do trabalho, com muito esforço, humildade, honestidade e respeito ao próximo.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a **Deus**, por abençoar minha vida com muita saúde e sabedoria, pois é Ele quem me conduz e, mesmo quando me esqueço de agradecê-lo, Ele se faz presente em minha vida.

Aos meus pais, **José Flávio Barros** e **Jivanice Souza Barros**, pela educação, dedicação, amor, carinho e por me incentivarem de todas as formas possíveis, estando todos os dias ao meu lado em busca do sonho da graduação.

A minha avó, **Juraci Rosa de Souza**, por ser meu porto seguro a todo o momento, sendo sempre essa pessoa doce e amável.

Aos meus avôs paternos, **Joaquim Barros** (In memoriam) e **Josete Barros Lima**, por todo incentivo e acolhimento quando sempre precisei.

Aos meus padrinhos, **Diran Barros Lima** e **Patrícia Henrique Silva Barros**, por todos os conselhos, toda atenção e por serem presentes em minha vida.

A minha namorada, **Bruna Rhuana Correia da Silva**, pela paciência, amor, companheirismo, e por sempre me incentivar em todos os momentos que mais precisei.

Aos companheiros de república: **Álvaro Melo, Augusto César, Emerson Lira, Everton Tavares, Ewerton Correa, Gustavo Henrique, Jaime Vinícius, Kelvyn Silva, Kewerson Pimentel, Noé Calixto, Micael Mendes, Robson Campos e João Victor**; também a **Fabiana Acioli**, por cuidar de todos na república; e aos demais colegas de classe e de curso.

Ao meu orientador, **Thiago Alberto da Silva Pereira**, pela dedicação, paciência e ensinamentos; também a todos os professores da Universidade Federal de Alagoas.

Aos meus tios, meus primos, a família da minha namorada, e os demais que fizeram parte desta caminhada, o meu muito obrigado.

Por fim, a todos que de alguma forma contribuíram para esse feito.

RESUMO

Tendo em vista a crescente escassez de água nos centros urbanos, e que a mesma é um recurso natural limitado e indispensável a vida, deve-se cuidar da sua preservação sendo assim fundamental para sua conservação. O presente trabalho tem por objetivo avaliar a utilização de equipamentos poupadores de água na edificação principal do Campus Sertão UFAL, em Delmiro Gouveia, Alagoas. A princípio, foram realizados levantamentos de dados sobre tempo, frequência e consumo do Campus e medições de vazão das torneiras de lavatório. Tais levantamentos possibilitaram estimar o uso final da água das torneiras de lavatório, para a atual situação. Posteriormente, foram criados cenários para diferentes dispositivos poupadores e obtiveram-se as diferenças no consumo de água. Para os casos criados foi realizada uma análise de viabilidade econômica da implantação, levando em consideração o custo de implantação, juntamente com o payback descontado. Através desse estudo, mostraram-se situações economicamente viáveis, com tempo de retorno de investimento de cinco meses. Com a implantação de um sistema economizador de água no Campus Sertão – UFAL, constatou-se um período curto para o retorno de investimento, gerando uma economia de água nas torneiras de lavatório de aproximadamente 42%.

Palavras Chave: Escassez, água, consumo, viabilidade econômica, retorno de investimento.

ABSTRACT

In view of the growing scarcity of water in urban centers, and because it is a limited and indispensable natural resource for life, care should be taken to preserve it and thus be essential for its conservation. The present study aims to evaluate the use of water-saving equipment in the main building of Campus Sertão UFAL, in Delmiro Gouveia, Alagoas. At the outset, data collection on time, frequency and consumption of the Campus and measurements of the flow of lavatory taps were carried out. These surveys allowed us to estimate the final use of the water from the lavatory faucets for the current situation. Subsequently, scenarios were created for different saving devices and the differences in water consumption were obtained. For the cases created, an economic feasibility analysis of the implementation was carried out, taking into account the cost of implementation along with the discounted payback. Through this study, economically viable situations were shown, with an investment return time of five months. With the implementation of a water-saving system at Campus Sertão - UFAL, a short period was observed for the return on investment, generating water savings in the lavatory faucets of approximately 42%.

Keywords: Scarcity, water, consumption, economic viability, return on investment.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Distribuição de toda água do planeta.....	17
Figura 2 - Disponibilidade hídrica do planeta (m ³).	17
Figura 3 - Riscos de escassez na Terra.	18
Figura 4 - Uso da água Mundo x Brasil.....	19
Figura 5 - Localização do município de Delmiro Gouveia.	28
Figura 6 - Vista aérea do prédio principal da UFAL – Campus Sertão.....	30
Figura 7 - Gráfico do uso de água no campus Sertão UFAL.	31
Figura 8 - Torneira de lavatório Ascot - FABRIMAR.	35
Figura 9 - Torneira de lavatório de mesa <i>Pressmatic Compact</i> – DOCOL.....	36
Figura 10 - Torneira de lavatório com sensor – DECA.....	37
Figura 11 - Torneira de lavatório Deca Touch – DECA.	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação da disponibilidade hídrica.	19
Tabela 2 - Medidas convencionais de conservação da água e porcentagem aproximada de economia.....	21
Tabela 3 - Equipamentos convencionais e de baixo consumo de água.	22
Tabela 4 - Torneiras e dispositivos economizadores de água.	24
Tabela 5 - Média diária de frequência em (vezes/dia).....	31
Tabela 6 - Média diária de tempo em (segundos/vez).....	31
Tabela 7 - Média diária de consumo em (litros/dia/pessoa).....	32
Tabela 8 - Coeficientes de frequência para diferentes categorias de usuário.....	32
Tabela 9 - Estrutura tarifária da CASAL para água na categoria pública.	40
Tabela 10 - Valores estimados de vazão, consumo diário e volume mensal do CASO 0.....	41
Tabela 11 - Valores estimados de vazão, consumo diário e volume mensal do CASO 1.....	42
Tabela 12 - Comparativo do consumo e volume com o CASO 0.	43
Tabela 13 - Valores estimados de vazão, consumo diário e volume mensal do CASO 2.....	43
Tabela 14 - Comparativo do consumo e volume com o CASO 0.	44
Tabela 15 - Valores estimados de vazão, consumo diário e volume mensal do CASO 3.....	44
Tabela 16 - Comparativo do consumo e volume com o CASO 0.	45
Tabela 17 - Análise econômica.	45

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANA – Agência Nacional de Águas
CASAL – Companhia de Saneamento de Alagoas
CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
cte – Constante MU – Movimento Uniforme
ETA – Estação de tratamento de água
Fem. – Feminino
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
Masc. – Masculino
m.c.a – Metro coluna d’água
NBR – Norma Brasileira
ONU – Organização das Nações Unidas
p. – Página
PBQB-H – Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat
PSQs – Programas Setoriais da Qualidade
PURA – Programa de Uso Racional da Água
SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SELIC – Sistema Especial de Liquidação e de Custódia
SEMARH – Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos
UFAL – Universidade Federal de Alagoas
UNESCO – Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
UNICEF – Fundo das Nações Unidas para Infância
USP – Universidade de São Paulo
Vol. – Volume

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
1.1 OBJETIVO GERAL.....	15
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
2.1 A IMPORTANCIA DA ÁGUA.....	16
2.2 USO RACIONAL DA ÁGUA.....	20
2.3 DISPOSITIVOS POUPADORES DE ÁGUA	21
2.3.1 TORNEIRAS.....	22
2.4 PROGRAMA DE USO RACIONAL DA ÁGUA	25
2.5 USO RACIONAL DA ÁGUA EM ESCOLAS E UNIVERSIDADES	25
3. METOLOGIA.....	28
3.1 OBJETO DE ESTUDO	28
3.1.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	28
3.1.2 INDICADORES BÁSICOS DO MUNICÍPIO	28
3.1.3 OBJETO DE ESTUDO.....	29
4.2 CÁLCULO DA DEMANDA	31
4.3 REDUÇÃO DO CONSUMO	34
4.3.1 CASO 0	34
4.3.2 CASO 1	35
4.3.3 CASO 2	36
4.3.4 CASO 3	37
4.4 ANÁLISE ECONÔMICA	38
5. RESULTADOS.....	41
5.1 CÁLCULO DA DEMANDA	41

5.1.1 CASO 0	41
5.1.2 CASO 1	42
5.1.3 CASO 2	43
5.1.4 CASO 3	44
6. CONCLUSÃO	46
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47

1. INTRODUÇÃO

Tendo como base principal para a vida, não importando quem somos, o que fazemos ou aonde vivemos, nós dependemos da água para sobrevivência. A mesma provavelmente é o único recurso natural que tem a ver com todos os aspectos da civilização humana, desde o desenvolvimento agrícola ao industrial. Se tornando indispensável, com isso, o consumo racional dela é um tema que está cada vez mais em discussão nos estudos atuais. Ao longo dos anos, atenta-se para o crescente aumento no número de evidências a respeito das reservas hídricas do Planeta. Com o aumento da poluição dos mananciais e o crescimento da população, tem-se a necessidade de tecnologias para o uso racional d'água.

Nos últimos anos, o consumo desenfreado e o desperdício de água cresceu duas vezes mais que a população mundial. Estudos mostram que em 2050 aumentará em 55% caso os padrões atuais de consumo sejam mantidos. Em 2030 o mundo terá um déficit de 40% no abastecimento de água (UNESCO, 2015).

Frente ao panorama que se desdenha, torna-se indispensável à aplicação de práticas de tecnologias economizadoras de água. Dentre as tecnologias, podemos destacar, a utilização de arejadores de torneira, redutores de pressão, torneiras com fechamento automático ou com sensor de presença, reduzindo em até 70% do consumo de água em edificações.

Apesar da cidade do objeto de estudo (Delmiro Gouveia) estar localizada próxima as margens de uma das maiores bacias hidrográficas do Brasil, - o Rio São Francisco -, a mesma em ocasiões excepcionais, acaba ficando sem abastecimento de água durante algumas horas ou dias, reforçando assim, a necessidade de desenvolvimento de tecnologias para exercer um uso racional de água.

O presente trabalho busca a instalação de um sistema de dispositivos poupadores de água no Campus Sertão – UFAL. Estudos realizados pelo autor mostram uma significativa redução no consumo de água referente às torneiras de lavatório da edificação. Com isso, a implementação desses dispositivos representa uma inversão viável que é recuperada em um curto período de tempo. Segundo Lombardi (2012), em diversas edificações e outros países, o uso de torneiras com fechamento automático já é adotado em locais públicos com grande circulação de pessoas. Já no Brasil, a implantação desses dispositivos está crescendo gradativamente, sempre se espelhando em outros países e buscando ter um controle ambiental mais consciente.

1.1 OBJETIVO GERAL

Analisar a viabilidade técnica e econômica da instalação de torneiras poupadoras de água no campus sertão da Universidade Federal de Alagoas, localizada no município de Delmiro Gouveia – AL.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estimar a demanda de água utilizada nas torneiras do campus sertão da Universidade Federal de Alagoas;
- Estimar o custo de instalação de diferentes torneiras poupadoras disponíveis no mercado;
- Avaliar e quantificar a economia gerada pela implantação dos sistemas poupadores no objeto de estudo.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A IMPORTANCIA DA ÁGUA

O acesso à água é de extrema importância para a sobrevivência de qualquer ser vivo. O acesso aos recursos hídricos sempre foi um fator de fundamental importância para o desenvolvimento econômico e social da humanidade. Nesse sentido, pode-se dizer, quando falta água, falta vida, já que a mesma torna-se ameaçada. Com o exacerbado crescimento populacional, a oferta de água tem sido cada vez mais prejudicada. Temos também uma crescente poluição dos mananciais, e como resultante o aumento de tarifas pelas companhias de saneamento, visto que se torna mais elevado o custo de tratamento.

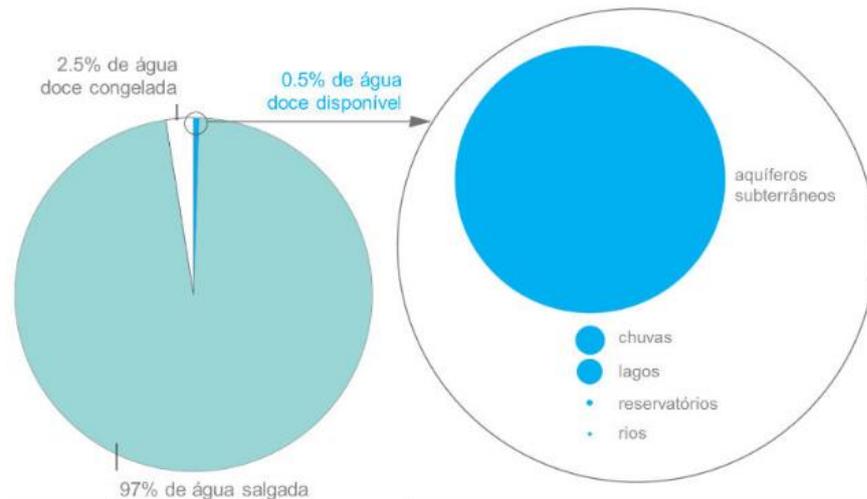
Segundo a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), o problema de escassez de água no mundo é agravada em virtude da falta de investimentos dessas companhias, o que gera sucateamento da rede de abastecimento, maquinário, tubulação e instalações, e da falta de manejo e uso sustentáveis dos recursos naturais. De acordo com os números apresentados pela ONU (Organização das Nações Unidas), fica claro que controlar o uso da água significa deter poder.

Em regiões onde a situação de falta d'água já atinge índices críticos de disponibilidade, como nos países do Continente Africano, a média de consumo de água por pessoa é de dezenove metros cúbicos/dia. Já em Nova York, há um consumo exagerado de água doce tratada e potável, donde um cidadão chega a gastar dois mil litros/dia.

Segundo a Unicef (Fundo das Nações Unidas para a Infância), menos da metade da população mundial tem acesso à água potável. A irrigação corresponde a 73% do consumo de água, sendo que 21% vai para a indústria e apenas 6% destina-se ao consumo doméstico.

Com 70,0% da superfície do planeta coberta por água em estado líquido, somente 3,0% deste volume é de água doce - 2,5% está em calotas polares e lençóis, e 0,5% está em rios e aquíferos subterrâneos. Uma parte de 0,04% está disponível na superfície: em rios, lagos, mangues, etc. O restante - 97,0% - é composto pela água dos oceanos. Do percentual de água doce no mundo, cerca de 12% está concentrada em nosso país. Tais porcentagens estão descritas e podem ser analisadas na Figura 1.

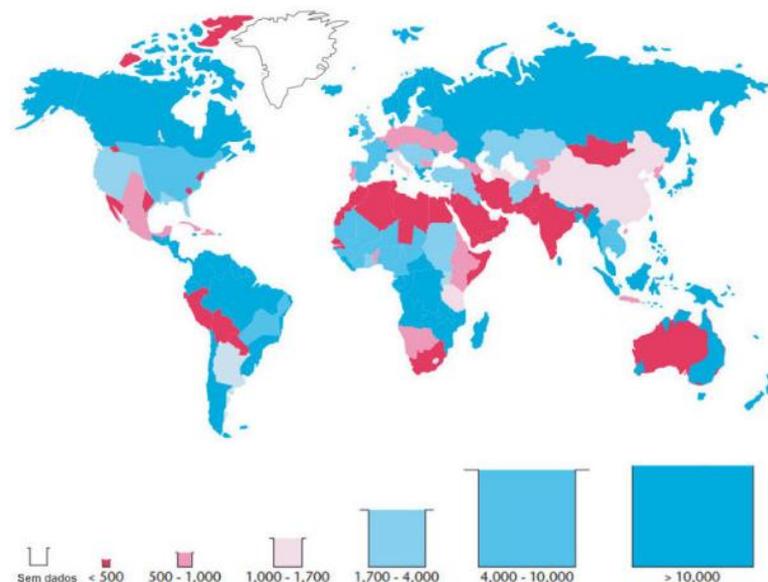
Figura 1 - Distribuição de toda água do planeta.



Fonte: *United Nations Water (UN-Whater)*, 2006.

A distribuição de água é de maneira desigual pelo mundo, torna-se agravante a escassez, além de um recurso limitado, 60% da água doce disponível está concentrada em apenas 10 países: Brasil, Rússia, China, Canadá, Indonésia, Estados Unidos, Índia, Colômbia e Congo. Somando-se a isso, às diferenças da densidade populacional nas regiões do mundo fazem surgir grandes variações de disponibilidade de água per capita, como mostrado na Figura 2.

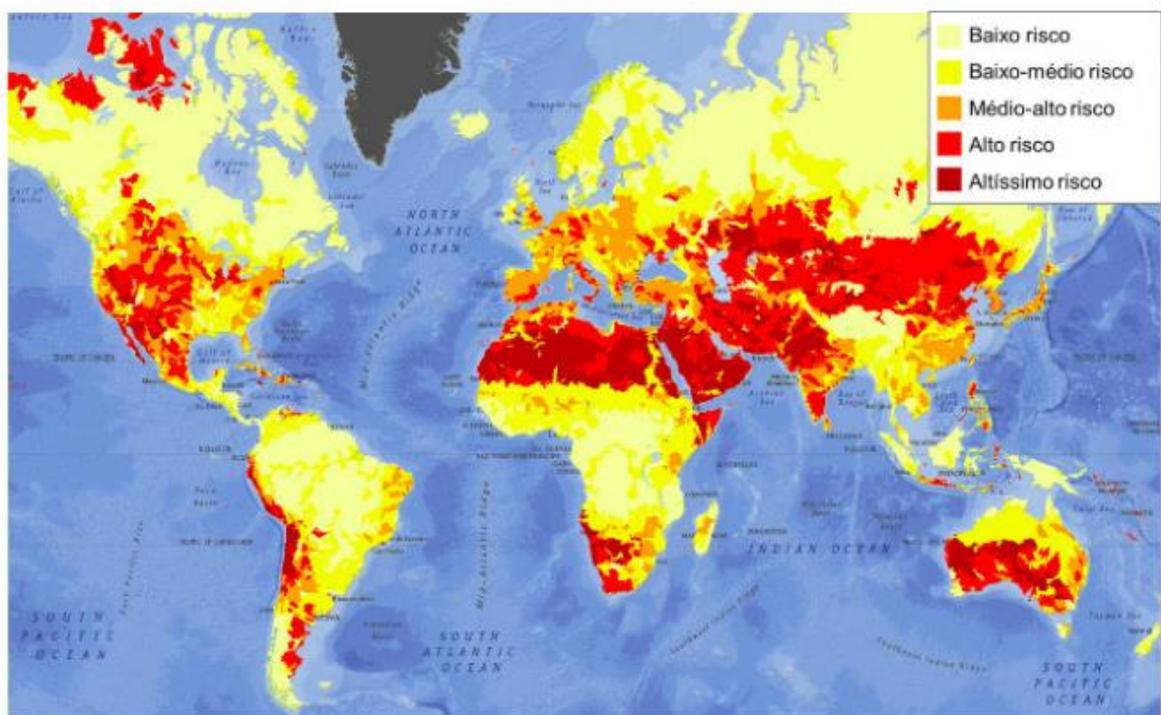
Figura 2 - Disponibilidade hídrica do planeta (m³).



Fonte: Revenga, C., 2000 em *United Nations Water (UN-Whater)*, 2006.

Por mais que tenha-se água em abundância, a mesma não está 100% disponível. Com sua distribuição desigual é correto afirmar que o acesso a qualidade para todos os fins humanos implica em custos altos. A ONU mostra em seus estudos, que cerca de 10% das pessoas do mundo não tem acesso a quantidade mínima de água potável para seu consumo diário e grande parte do mundo já enfrenta problemas de insuficiência hídrica ou tem risco de enfrentar períodos de escassez. A Figura 3, apresentada abaixo, mostra o panorama do risco de falta de água no mundo, através de um índice que vai de baixo até altíssimo risco. Ela mostra que mesmo em países com recursos hídricos abundantes pode ocorrer a escassez, seja por efeitos climáticos ou por dificuldades logísticas para o fornecimento de água, como observados na crise hídrica de São Paulo em 2016.

Figura 3 - Riscos de escassez na Terra.

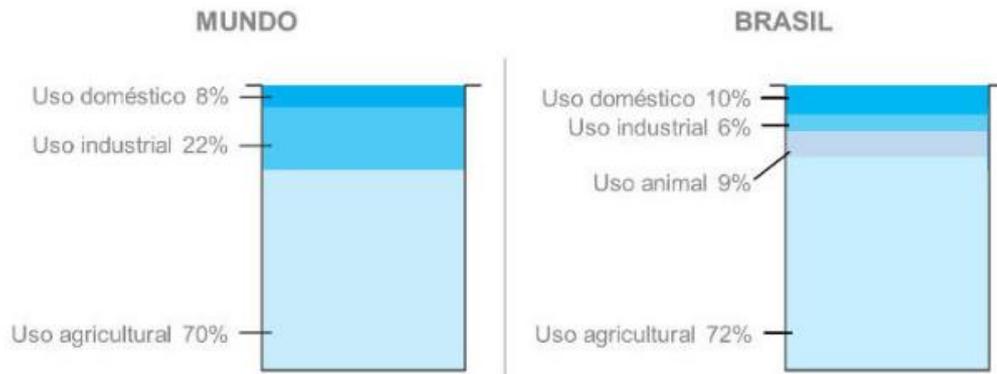


Fonte: *World Resources Institute*, Projeto *Aqueduct*, 2014.

A maior parte da água doce no mundo (cerca de 70%) é utilizada para irrigação e outros fins no setor da agricultura. A indústria utiliza cerca de 22% da água e o uso doméstico somente 8%. Em países industrializados este quadro muda um pouco, com mais água alocada na indústria e menos na agricultura. No Brasil, cerca de 72% da água para a agricultura; 9% para a destinação animal (em setores como a pecuária); 6% na indústria; e 10% para fins domésticos,

segundo relatório da ANA (Agência Nacional de Águas) apresentado em 2015, conforme mostra a Figura 4.

Figura 4 - Uso da água Mundo x Brasil.



Fonte: Mundo: “Water for People, Water for Life” United Nations World Water Development Report, UNESCO, 2003; Brasil: Agência Nacional de Águas, 2016.

Tratando especificamente da indústria, a água é um insumo fundamental para diversos fins, tais como: matéria-prima, geração de vapor, em sistemas de refrigeração e climatização, para limpeza de áreas, fins sanitários, entre outros.

Segundo Lombardi (2012), na falta de programas de uso racional da água, a escassez hídrica tende a aumentar significativamente no Brasil ao longo dos anos. Estudos mostram que em 2100 a região sul, atualmente com uma disponibilidade per capita considera alta, conforme apresentado e disponível na Tabela 1, passará para uma disponibilidade média neste mesmo ano, as regiões Nordeste e Sudeste, terão uma disponibilidade considerada muito baixa.

Tabela 1 - Classificação da disponibilidade hídrica.

Disponibilidade Hídrica (m ³ per capita/ano)	Classificação
Maior que 20.000	Muito alta
10.000 – 20.000	Alta
5.000 – 10.000	Média
2.000 – 5.000	Baixa
1.000 – 2.000	Muito Baixa
Menor que 1.000	Catastroficamente baixa

Fonte: LOMBARDI, 2012.

2.2 USO RACIONAL DA ÁGUA

Atualmente, identifica-se que a racionalidade da água está cada vez mais presente em veículos comunicativos, buscando incentivar e conscientizar a população da importância do racionamento, e da preservação deste recurso indispensável para vida.

A definição de economia de água é um conjunto de atividades, medidas, incentivos e planejamentos com o objetivo de (TOMAZ, 2001):

- Reduzir a demanda da água;
- Melhorar o uso da água e reduzir as perdas e desperdícios da mesma;
- Implantar práticas agrícolas para economizar a água;
- Informar e conscientizar a população.

Tendo em vista esta problemática são necessárias algumas medidas para redução do consumo de água, como a identificação e o imediato reparo de vazamentos, campanhas educativas através da mídia e substituição de equipamentos convencionais por equipamentos economizadores de água.

Além disso, essas medidas de uso racional da água visam promover evoluções a partir de novas teorias e tecnologias que ajudam em uma mudança de comportamento da sociedade, promovendo o uso sustentável da água. A motivação dos usuários se dá por meio de incentivos feitos através de campanhas, educação pública, tarifas, regras e informações (MONTIBELLER & SCHMIDT, 2004).

Segundo Tomaz (2001) medidas de economia de água para uso urbano, sendo elas nas categorias: residenciais, comerciais e industriais, podem ser convencionais ou não convencionais. Diversas medidas convencionais para conservação da água se assemelham com as ações necessárias para redução do consumo de água citado anteriormente, que incluem a correção de vazamentos de água, mudanças de tarifas, redução de pressões na rede de distribuição, reciclagem e reuso de água.

A cidade de *Providence* capital do Estado de *Rhode Island* localizada nos Estados Unidos, apresentou no congresso de Conservação da água de 1993, ocorrido em Las Vegas, Nevada, algumas medidas e estratégias para conservação da água. Foram medidas previstas para o ano de 2010, como as apresentadas na Tabela 2, juntamente com o percentual de economia prevista.

Tabela 2 - Medidas convencionais de conservação da água e porcentagem aproximada de economia.

Medidas Convencionais de Conservação de Água	Porcentagem Aproximada de Economia Prevista
Consertos de vazamentos nas redes públicas	32%
Mudanças nas tarifas	26%
Leis sobre aparelhos sanitários	19%
Consertos de vazamentos nas casas	8%
Reciclagem e reuso da água	7%
Educação pública	5%
Redução de pressão nas redes públicas	3%
Total	100%

Fonte: TOMAZ, 2001.

Não assimilar as medidas convencionais de conservação da água com as perdas em um sistema público de distribuição de água. Dentre tais fatos a respeito de economia de água e conservação da mesma, colhem-se benefícios tais como (TOMAZ, 2001):

- Economia de energia elétrica;
- Redução de esgotos sanitários;
- Proteção do meio ambiente nos reservatórios de água e nos mananciais subterrâneos.

2.3 DISPOSITIVOS POUPADORES DE ÁGUA

Equipamentos economizadores de água é a principal solução para um bom gerenciamento da demanda hídrica como também o uso racional de água. A redução do consumo é alcançada independentemente das ações dos usuários (LOMBARDI, 2012). Hoje em dia existem inúmeros fabricantes nacionais de equipamentos poupadores disponíveis no mercado. Na Tabela 3 pode-se ver a relação das torneiras convencionais, quais equipamentos economizadores podem substituí-las e a sua redução no consumo de água.

Tabela 3 - Equipamentos convencionais e de baixo consumo de água.

Equipamento convencional	Consumo médio	Equipamento de baixo consumo	Consumo médio	Redução média
Torneira de pia ou lavatório – até 6 mca	0,23 litros/seg	Regulador de vazão	0,07	70%
		Arejador vazão cte (6 litros/min)	0,10	57%
Torneira de pia ou lavatório l – 15 a 20 mca	0,42 litros/seg	Regulador de vazão	0,07	83%
		Arejador vazão cte (6 litros/min)	0,10	76%
Torneira uso geral – até 6 mca	0,26 litros/seg	Regulador de vazão	0,13	50%
		Restritor de vazão	0,10	62%
Torneira uso geral – 15 a 20 mca	0,42 litros/seg	Regulador de vazão	0,21	50%
		Restritor de vazão	0,10	76%

Fonte: SÃO PAULO, 2009, p. [29].

Ainda analisando a Tabela 3, pode-se observar as reduções médias por ponto de consumo em função da utilização de equipamentos propostos. Todos os equipamentos são regulamentados pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), segundo os fabricantes, a redução é alcançada como demonstrado a cima, confirmado por estudos de casos, todavia, a redução varia com a frequência de uso dos aparelhos (SÃO PAULO, 2009).

2.3.1 TORNEIRAS

As torneiras são equipamentos que quando acionados controlam o fluxo e liberam determinada vazão ligada a um período de tempo, podendo ser utilizadas em diversos locais da edificação como banheiros, cozinha, área de serviço e irrigação do jardim. Os equipamentos convencionais na maioria dos casos apresentam um elevado consumo de água, podendo ser reduzido por alguns acessórios acrescentados a torneira, como:

- Arejador;
- Pulverizador;

- Fechamento automático;
- Acionamento fotoelétrico.

A instalação de arejadores pode reduzir o consumo em até 50%. Este dispositivo regulador de fluxo montado na extremidade de uma bica, destinado a promover o direcionamento do fluxo, com incorporação de ar à água (ABNT - NBR 10.281, 2015, p. 1).

Segundo Lombardi (2012), a vazão de uma torneira com arejador não pode ser inferior a 0,05 litros por segundo, com tal valor o usuário não perde a satisfação ao usar o aparelho. Já os pulverizadores trabalham por dois mecanismos: eles dividem a saída de água em diversos jatos como também reduzem a vazão para 0,13 litros por segundo, resultando até 70% de redução.

Os pedais elétricos foram desenvolvidos para serem utilizados em ambientes secos, como consultórios odontológicos, hospitais, entre outros reunindo praticidade e conforto, evitando contaminações e desperdício de água, chegando até 30% de economia. Torneiras com fechamento automático e acionamento fotoelétrico, reduzem de 55% até 70 % de água, respectivamente. Ainda segundo Lombardi (2012), afirma que pelo custo elevado do equipamento é indicada a instalação em locais com grande fluxo de pessoas, para que o retorno do investimento ocorra em curto período de tempo.

Já as torneiras de acionamento por pedal, propicia uma lavagem de mãos adequada, prevenindo infecções, utilizado na maioria dos casos em centros com serviços de saúde. A Tabela 4 mostra algumas torneiras economizadoras e dispositivos que auxiliam na redução do consumo de água.

Tabela 4 - Torneiras e dispositivos economizadores de água.

Torneiras automática			
	Fabricante: DOCOL Linha: Pressmatic Eco		Fabricante: Deca Linha: Decamatic
Torneiras eletrônica			
		Fabricante: DOCOL Fabricante: Deca Linha: Docoltronic Zenit	Linha:
Decalux			
Torneiras de acionamento por pedal			
	Fabricante: Biovis Linha: Aqua I		
Dispositivos			
	Arejador Fabricante: Deca		Pulverizador Fabricante: Deca
		Pedal elétrico de borracha Fabricante: H2TEC	

Fonte: DECA, 2018; DOCOL, 2018; BIOVIS, 2018; H2TEC, 2018.

2.4 PROGRAMA DE USO RACIONAL DA ÁGUA

A Sabesp preocupada com a conservação dos recursos hídricos adotou outra medida eficiente para incentivar a redução no consumo de água criando assim em 1996 o PURA (Programa de Uso Racional da Água), para combater o desperdício. O programa propõe que o consumo de água pode ser reduzido de forma significativa por meio de dispositivos poupadores de água e conscientização da população. Vantagens da utilização destes dispositivos estão descritos no manual do programa:

- Reduz o consumo e o desperdício de água, gerando uma economia de no mínimo 10% e em geral da ordem de 20 a 40%;
- Conscientiza os funcionários, terceiros e clientes sobre a preocupação com o meio ambiente, economizando água – um recurso natural escasso;
- Agrega valor ao negócio, reduzindo despesas e custos operacionais;
- Evidencia a preocupação ambiental das entidades e empresas com o meio ambiente;
- Evidencia a preocupação com a qualidade de vida da população. (SÃO PAULO, 2009, p. 13-14).

O PURA encontra-se estruturado em seis macro programas unificados, abrangendo documentação técnica, laboratórios, estudos em edifícios residenciais, novas tecnologias, programas da qualidade e estudos de caso em diferentes tipos de edifícios, como escolas, hospitais, cozinhas escritórios, entre outros.

2.5 USO RACIONAL DA ÁGUA EM ESCOLAS E UNIVERSIDADES

Destaca-se que em edificações públicas, como escolas e universidades, ocorre um desperdício de água maior, devido à pouca conscientização dos usuários devido a não terem a responsabilidade diretamente pelo pagamento das contas de abastecimento de água. Devido a isto, alguns estudos de uso racional da água e programas vêm sendo criados com o intuito da redução do consumo de água.

No Brasil, pode-se destacar o PURA-USP, que teve sua implantação em virtude da magnitude do consumo de água em suas unidades, o programa foi dividido em 4 fases de implementação: Fase 1 (1998- 1998) e Fase 2 (2000/2001), sendo ambas nas Unidades da Cidade Universitária; Fase 3 (2002), em unidades externas ao campus, porém ainda na capital; e Fase 4 (2003 em diante), nas unidades do campus do interior, nas quais fez-se um diagnóstico

inicial e o fornecimento parcial de equipamentos sanitários economizadores. Algumas reuniões foram realizadas com as unidades para a divulgação do programa, e orientação para o acompanhamento do consumo de águas nas respectivas unidades. Foram estabelecidas parcerias externas, com a companhia de abastecimento e com fabricantes de equipamentos e sistemas, com o compromisso de assistência técnica permanente, desenvolvimento tecnológico constante e solução conjunta dos problemas (SILVA, TAMAKI, GONÇALVES, 2004).

Após todo estudo e desenvolvimento do programa, estabeleceu-se patamares para garantir o sucesso do mesmo, realizando assim, ações relativas à característica dos hábitos e racionalização das atividades que consomem água, divulgação, campanhas de conscientização e treinamentos.

Corrido dez anos após o início da implementação do PURA-USP, além da redução do consumo de água, a qual era o maior objetivo do programa, também foram obtido outros resultados que não estavam entre as diretrizes do programa, como:

- Alterações nos sistemas de suprimento de água fria e de equipamento sanitário: cadastro atualizado de redes e reservatórios, levantamento de hidrômetros, restauração e adequação de sistemas suprimento de água fria e restauração e modernização de equipamentos sanitários.
- Alterações em rotinas de manutenção predial: uniformização dos modelos dos equipamentos, capacitação de equipes, potencial redução de chamados, redução de perdas de material, maior rapidez na detecção e eliminação de vazamentos (em virtude do contato mais próximo entre equipes de manutenção e o PURA-USP, que fornece parâmetros de controle e auxilia na detecção e eliminação). De agosto de 2001 a maio de 2007 foram registrados 238 vazamentos, na Cidade Universitária, dos quais 32% ocorreram no alimentador predial e 61% foram eliminados em até uma semana (SILVA et al., 2007). As características dos vazamentos registrados denotam a importância da melhor capacitação do pessoal de manutenção: são inúmeros os vazamentos ocasionados por má execução dos sistemas ou por reparos mal executados.
- Alterações em rotinas administrativas: soluções mais adequadas em questões relativas à demanda de água (em virtude do contato mais próximo entre os assistentes administrativos e o PURA-USP) e aquisições/contratações atentas às especificações técnicas, às normas e aos Programas Setoriais da Qualidade (PSQs) - do Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H) - que as empresas fabricantes/prestadoras devem participar.
- Despertar para a conservação da água - Introdução de fontes alternativas de água: a implantação do PURA-USP trouxe à tona algumas discussões sobre fontes alternativas de água no campus, verificando-se que boa parte das iniciativas registradas são de iniciativa dos próprios usuários. Como exemplo, pode-se citar a

perfuração de dois poços pelo Instituto de Geociências, principalmente com fins de pesquisa; o aproveitamento de águas pluviais na raia olímpica, para a prática de esportes, e seu reuso, para a irrigação jardins e campos de futebol, por iniciativa da Prefeitura do Campus da Capital; e o reuso da água de resfriamento dos destiladores por alguns laboratórios. Com relação especificamente à larga utilização de outros poços perfurados no campus, ela demandaria não só a avaliação da qualidade da água e das vazões, como também a definição de responsabilidades e de um plano de gestão da operação e manutenção. A introdução destas fontes alternativas deve ser estimulada, mas desde que não se comprometa a saúde das populações, o desenvolvimento das atividades e tampouco acarrete em desequilíbrios ambientais.

- Mudanças comportamentais dos usuários: boa receptividade dos usuários aos novos equipamentos e real mudança de hábito no desenvolvimento de suas atividades, exemplificada pela introdução de sistema de recirculação de água em laboratórios, avisos de vazamentos, busca de informações sobre o Programa e sobre como colaborar. Para a garantia da continuidade das mudanças comportamentais desejadas, ressalta-se a importância de manter os usuários informados dos resultados e de que as campanhas sejam permanentes e focadas, não numa falta momentânea da água, mas sim no agravamento do quadro de disponibilidade hídrica. (SILVA, 2004).

Como conclusão do programa, o PURA-USP registrou uma expressiva redução no consumo de água, de 1998 a 2007. A partir do exposto, o consumo mensal da Cidade Universitária reduziu em 43%, variando de 137.881 para 79.053 m³/mês, apesar do aumento de 12% da população e de 15% na área construída. O volume total economizado foi de 4,9 milhões m³, o que daria para o abastecimento de 245 mil residências durante um mês. Em termos de impacto financeiro, caso o programa não fosse desenvolvido o gasto seria de R\$ 36,2 milhões, porém com a implantação, o efetivo foi de R\$ 17,8 milhões em 2007. O benefício econômico líquido acumulado nestes dez anos foi de R\$ 140,6 milhões (SILVA, TAMAKI, GONÇALVES, 2004).

3. METOLOGIA

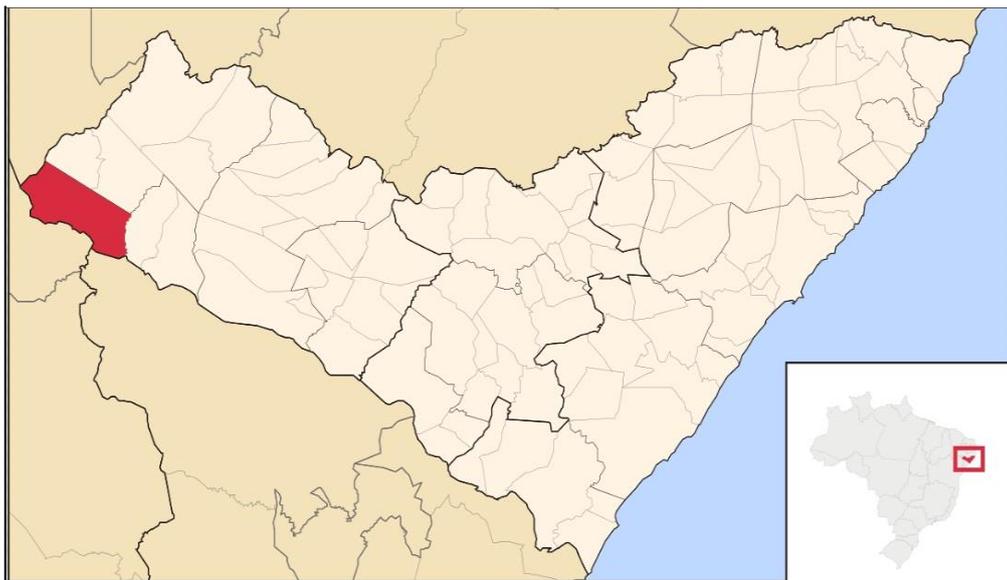
3.1 OBJETO DE ESTUDO

3.1.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A cidade Delmiro Gouveia localiza-se na mesorregião do Sertão do Estado de Alagoas, como mostra a Figura 9, apresenta uma população de cerca de 48.096 habitantes e uma população estimada para o ano de 2017 de aproximadamente 52.597 habitantes, de acordo com dados e estatísticas do último censo realizado pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), realizado em 2010. Possui uma área de 626,690 Km² e dista cerca de 300 quilômetros da capital Maceió.

Delmiro Gouveia é a única cidade Alagoana limitada por três estados diferentes: Pernambuco, Bahia e Sergipe. Apesar de ser uma cidade relativamente nova, apresenta-se em constante desenvolvimento.

Figura 5 - Localização do município de Delmiro Gouveia.



Fonte: Wikipédia, 2018.

3.1.2 INDICADORES BÁSICOS DO MUNICÍPIO

O município de Delmiro Gouveia conta com os serviços da CASAL (Companhia de Saneamento de Alagoas) para o abastecimento de água tratada para a população. A água

utilizada é captada no rio São Francisco e tratada na ETA (Estação de Tratamento de Água) do Sistema Coletivo do Sertão, localizada neste mesmo município. Além desta, o município conta ainda com uma unidade para tratamento de água no povoado Barragem Leste, que atende a este e aos povoados circunvizinhos.

Em relação ao esgotamento sanitário, cerca de 68,5% dos domicílios particulares do município em estudo são ligados a rede geral de esgoto ou pluvial como tipo de esgotamento sanitário, e 16,9% dos domicílios utilizam fossas para o despejo de esgoto, de acordo com o IBGE (2010).

O município conta com uma unidade de tratamento de esgoto sanitário com reator anaeróbio de pequeno porte. Segundo o Plano Intermunicipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, elaborado pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (SEMARH, 2017) não há uma empresa responsável pela coleta de esgoto em fossa sépticas, sendo esta responsabilidade dos donos dos domicílios.

No diagnóstico realizado para a elaboração do Plano Intermunicipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos pela SEMARH (2017), apesar do gerenciamento de resíduos de estabelecimentos comerciais e da construção civil serem de responsabilidade dos próprios geradores, a prestação destes serviços tem sido realizada pelas secretarias municipais. Os resíduos dos serviços de saúde são de responsabilidade dos órgãos municipais que terceirizam os serviços de coleta e tratamento final. Em relação à gestão de resíduos industriais, constatou-se que a prefeitura municipal se envolve na prestação de tais serviços, porém a responsabilidade é da empresa geradora.

3.1.3 OBJETO DE ESTUDO

O objeto de estudo é o bloco principal do Campus Sertão, pertencente à Universidade Federal de Alagoas – UFAL, situada na rodovia AL-145, km 3, nº 3849, bairro Cidade Universitária, cidade de Delmiro Gouveia - AL. Inaugurado no dia 15 de março de 2010, o campus conta, em 2018, com aproximadamente 1600 alunos. Possui duas unidades educacionais presentes em Delmiro Gouveia e Santana do Ipanema. Além disso, a universidade oferece seis cursos de graduação na Sede do Campus Sertão: Engenharia Civil, Engenharia da Produção, Letras, Pedagogia, História e Geografia.

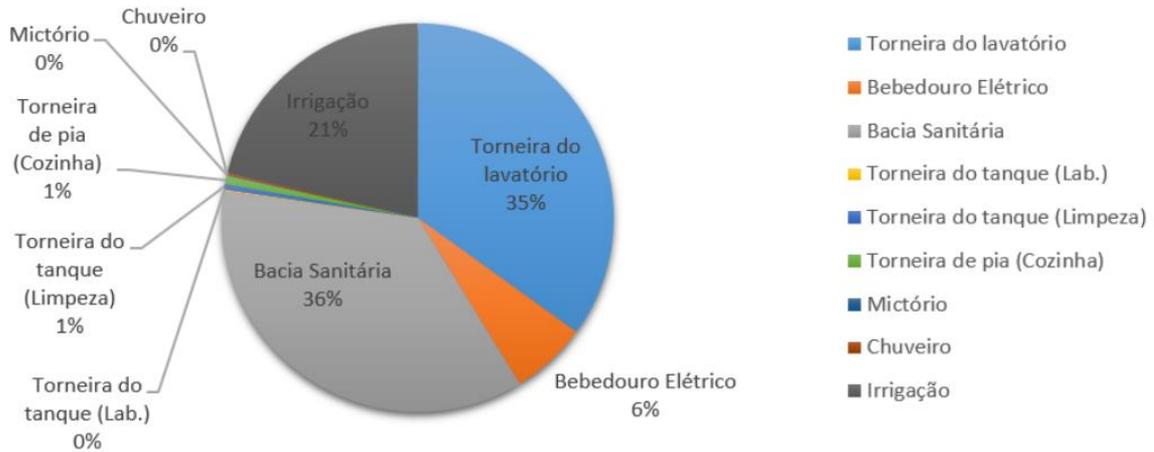
Figura 6 - Vista aérea do prédio principal da UFAL – Campus Sertão.



Fonte: PaloBrasil, 2016.

A edificação do bloco de estudos possui três prédios semelhantes interligados, como mostrado na Figura 6. Estes possuem cobertura com inclinação variável composta por telha de alumínio branca trapezoidal e superfícies verticais com tela de proteção metálica moldurada, os quais formam uma excelente área de contribuição para captação de água das chuvas. A universidade ainda possui um restaurante universitário, que não está em funcionamento e o bloco anexo específico para a coordenação de infraestrutura, laboratórios, setores administrativos e grupos de pesquisas, que não serão utilizados no presente estudo.

Estudos realizados no Campus Sertão – UFAL, com resultados presentes na Figura 7, apresenta a porcentagem do uso final de cada dispositivo na edificação, interessando os 35% apresentado pela torneira do lavatório.

Figura 7 - Gráfico do uso de água no campus Sertão UFAL.

Fonte: ALCANTARA JÚNIOR, 2016, p. 68.

4.2 CÁLCULO DA DEMANDA

Segundo Alcântara Júnior (2016) foi realizado um levantamento de dados, com intuito de estimar o consumo de água para usos finais. Tal levantamento feito na UFAL foi efetivado por meio de questionários, medições de vazão, leituras de hidrômetro, coleta de contas de consumo de água, levantamento populacional, entre outros. Tais dados foram coletados entre os anos de 2015 e 2016, nas tabelas encontraremos a frequência dos usuários na utilização das torneiras, o tempo que eles costumam usar o dispositivo, e a média do consumo *per capita* total, apresentados nas Tabelas 5, 6 e 7.

Tabela 5 - Média diária de frequência em (vezes/dia).

Aparelho	Alunos		Professores		Funcionários	
	Homens	Mulheres	Homens	Mulheres	Homens	Mulheres
Torneira	1,82	2,27	4,19	3,40	3,10	2,86

Fonte: ALCANTARA JÚNIOR, 2016.

Tabela 6 - Média diária de tempo em (segundos/vez).

Aparelho	Alunos		Professores		Funcionários	
	Homens	Mulheres	Homens	Mulheres	Homens	Mulheres
Torneira	15,23	14,42	15,63	18,00	16,90	7,93

Fonte: ALCANTARA JÚNIOR, 2016.

Tabela 7 - Média diária de consumo em (litros/dia/pessoa).

Aparelho	Alunos		Professores		Funcionários	
	Homens	Mulheres	Homens	Mulheres	Homens	Mulheres
Torneira	4,23	6,13	9,33	8,82	8,79	3,27

Fonte: ALCANTARA JÚNIOR, 2016.

Analisando as tabelas, a estimativa de consumo da água das torneiras do campus, dá-se através da Eq. 3 (JUNIOR, 2016), com os resultados expressos na Tabela 6.

Cabe observar, que os alunos possuem uma grade de disciplinas diferente dos outros alunos, professores com diferentes horários e dias na universidade, levando em consideração também as aulas normais de segunda a sexta. Já os funcionários estão diariamente, desse modo, é necessário a introdução de um coeficiente de frequência diferente para cada situação, como mostrado na Tabela 8.

Tabela 8 - Coeficientes de frequência para diferentes categorias de usuário.

Categoria de Usuário	Coeficiente de frequência
Alunos	0,8
Professores	0,6
Funcionários	1,0

Fonte: ALCANTARA JUNIOR, 2016, p. 38.

A partir do exposto, identifica-se que ocorreu uma alteração na vazão das torneiras dos lavatórios, com isso, é necessário recalcular novos consumos, retirando a vazão antiga e acrescentando a nova, cujo qual, a estimativa da vazão de cada aparelho foi realizada utilizando um recipiente com volume conhecido e cronometrando o tempo necessário para o enchimento do recipiente com água. Procurou-se na medição das vazões, abrir os aparelhos sempre com a mesma abertura, de forma padronizada, pelo menos, cinco medições de tempo anotadas, as quais formaram a média de sua vazão.

$$Q = \frac{\Delta V}{\Delta t} \quad [\text{Eq. 1}]$$

$$C_{\text{médio diário}} = f_m \times t_m \times Q \quad [\text{Eq. 2}]$$

Onde:

Q é a vazão das torneiras de lavatório (litros/segundos);

ΔV é o volume expresso (litros);

Δt é a variação de tempo para encher o recipiente (segundos);

Cmédio diário é o consumo médio diário de água *per capita* do dispositivo (litros/dia/pessoa);

Fm é a frequência média diária de uso (vezes/dia);

Tm é o tempo média de uso do dispositivo (segundos/vez)

O consumo diário total das torneiras de lavatório, pode ser encontrado a partir da multiplicação entre o consumo médio diário e o número total de usuários de cada caso, demonstrado na Eq. 3.

$$C_{torneiras} = C_{médio\ diário} \times P \quad [\text{Eq. 3}]$$

Onde:

Ctorneira é o consumo médio diário total de água nas torneiras de lavatório;

Cmédio diário é o consumo médio diário per capita de água nas torneiras de lavatório (litros/dia);

P é a população ou amostra.

O cálculo do volume total mensal para as torneiras de lavatório resumiu-se ao produto entre o consumo médio diário total, coeficiente mostrado anteriormente na Tabela 8 e a quantidade de dias úteis de um mês.

$$VOL = C_{torneiras} \times c \times d \quad [\text{Eq. 4}]$$

Onde:

VOL é o volume mensal total de água das torneiras dos lavatórios (litros/mês);

Ctorneiras é o consumo médio diário total de água nas torneiras de lavatório (litros/dia);

C é o coeficiente de frequência;

D é o número de dias úteis em um mês letivo (dias).

O volume mensal para as torneiras dos lavatórios apresentado na Eq. 4, deve ser multiplicado pelos coeficientes de frequência já apresentados pela Tabela 8.

O número de dias úteis de um mês na maioria dos meses do ano é de 22 dias. Como alguns professores utilizam os sábados para aplicação de provas e os alguns funcionários também trabalham, levando em consideração isto, foi adotado um total de 24 dias úteis.

4.3 REDUÇÃO DO CONSUMO

Visando a diminuição do volume mensal das torneiras de lavatório do Campus Sertão – UFAL, foi elaborado 3 casos com dispositivos economizadores de água como vistos no item 3.3.1, todos os casos desenvolvidos serão comparados com o caso 0, que é a situação real, a qual, vimos e calculamos através do item 4.2. Cada caso, foi calculado o VOL. relativo ao consumo mensal total, logo, comparou-se a economia de água com a situação real do caso 0. Após tal comparativo, analisou-se o custo da implantação destes dispositivos, como mostrado no item 4.4, também a viabilidade econômica e tempo de retorno de investimento. Os dispositivos utilizados em cada caso, respectivamente, são: torneiras automáticas, torneiras eletrônicas, arejadores e pulverizadores.

4.3.1 CASO 0

A situação atual do campus apresenta em todos os banheiros as Torneiras de lavatório Ascot da fabricante Fabrimar apresentada na Figura 8, são dispositivos convencionais e acabam acarretando um uso exacerbado de água. Mesmo possuindo um arejador como mostra nas especificações técnicas no seu site, tem uma vazão elevada de 0,092 litros por segundo, como calculada através da Eq. 1.

Figura 8 - Torneira de lavatório Ascot - FABRIMAR.



Fonte: FABRIMAR, 2018.

Acabamento tipo volante, proporcionando uma boa ergonomia para abrir e fechar o dispositivo, tem um acionamento de 1/4" de volta com mecanismo cerâmico de alta performance, um arejador já embutido concentrando o jato sem respingos (FABRIMAR, 2018).

4.3.2 CASO 1

No caso 1, utilizou-se a torneira para lavatório de mesa *Pressmatic Compact* da fabricante Docol, ilustrada na Figura 9, com vazão de 0,044 litros por segundo, calculado seguindo a Eq. 1, tais torneiras possuem um sistema de acionamento hidromecânico, com leve pressão da mão e fechamento automático temporizado em uma média de 9 segundos. Além da modificação da vazão na Eq. 1, também vamos padronizar a média de tempo de utilização para 9 segundos para os usuários que utilizam abaixo deste tempo e 18 segundos para os que utilizam acima dos 9 segundos e abaixo ou igual a 18 segundos, para que ocorra a satisfação do usuário de acordo com as entrevistas realizadas por Alcântara Júnior (2016).

Figura 9 - Torneira de lavatório de mesa *Pressmatic Compact* – DOCOL.



Fonte: DOCOL, 2018.

Um sistema prático, que garante elevada vida útil, resistência a depredações e maior higiene, uma vez que acionado o usuário não tem mais contato com o dispositivo, acompanha restritor de vazão, possui arejador embutido que evita respingos e proporciona uma grande satisfação para o usuário, além de melhorar a estética do ambiente pela beleza do produto (DOCOL, 2018).

4.3.3 CASO 2

No caso 2, utilizou-se a torneira de mesa com sensor bivolt para lavatório – Decalux da fabricante Deca, como exposta mostrada na Figura 10. A fabricante em seu site, especifica alguns dados técnicos que serão utilizados para obter a vazão média do dispositivo, informa que sua vazão é relacionada a pressão mínima de 2 m.c.a. e máxima de 40 m.c.a., resultando em uma vazão de 0,043 e 0,100 litros por segundo, respectivamente, dessa forma, será adotada uma vazão pouco acima da pressão de 2 m.c.a., visto que uma pressão de 40 m.c.a. é anormal, será então utilizado o valor de 0,055 litros por segundo. Já neste caso, se faz necessário modificar o tempo, pois como o acionamento da torneira é elétrico e a interrupção do jato de água é instantâneo, após a retirada das mãos, podemos utilizar o tempo das entrevistas realizadas nas pesquisas de Alcântara Júnior (2016).

Figura 10 - Torneira de lavatório com sensor – DECA.



Fonte: DECA, 2018.

Produto eficiente, aliando conforto à economia de água, desligamento automático após 30 segundos de uso em caso de sensor obstruído, indicado para ambientes públicos, produto antivandalismo, com elevada durabilidade e resistência a atos de depredação, vandalismo e furto. Tecnologia, inovação e sustentabilidade alta. Seu acionamento é automático eletrônico por sensor, libera apenas a quantidade de água necessária para cada uso. Garantia de economia de até 85% de água (DECA, 2018).

4.3.4 CASO 3

No caso 3, será projetado um caso com uma torneira automática, mas desta vez, além de automática ela também é eletrônica, trata-se da torneira de mesa para lavatório – *Deca Touch*, da fabricante Deca, apresentada na Figura 11, suas especificações técnicas no site, também relaciona sua vazão com sua pressão, porém, para pressão mínima de 2 m.c.a. e máxima de 40 m.c.a., temos 0,067 e 0,100 litros por segundo, respectivamente, será adotada uma vazão um pouco acima da pressão de 2 m.c.a., visto que uma pressão de 40 m.c.a. é anormal, adotando assim 0,075 litros por segundo. Diferente do caso 1, esse modelo tem um acionamento sensível ao toque, que após 8 segundos interrompe o seu funcionamento, também deve-se fazer a mudança do tempo médio das torneiras, desta vez, em múltiplos de 8.

Figura 11 - Torneira de lavatório Deca Touch – DECA.



Fonte: DECA, 2018.

Sistema eletrônico Deca Touch, sendo acionada por um suave toque, quase sem esforço, proporcionando maior conforto ao usuário. Produto bivolt, de baixo consumo de energia, evitando o desperdício de água em 70%.

4.4 ANÁLISE ECONÔMICA

Depois de verificado o volume e a sua redução, serão verificados os custos para a implantação dos casos, e também analisada sua viabilidade econômica. A análise econômica é específica para cada caso, que futuramente pode servir como referência, caso desejem implantar um sistema economizador de água no Campus Sertão – UFAL ou em qualquer outra instituição.

A partir desta ótica, os custos de implantação e de instalação dos casos, resumem-se basicamente em custos com novas torneiras e equipamentos para sua instalação, custos de energia e mão de obra serão desconsiderados, visto que, os equipamentos que necessitam de eletricidade, são de baixo consumo, se tornando insignificante para os custos, já a mão de obra pode ser feita por funcionários do Campus.

Deste modo, fez-se uma pesquisa de valores dos dispositivos em lojas de materiais de construção da cidade de Delmiro Gouveia e em lojas online, das quais foram coletados vários preços, escolhendo assim uma média entre eles. Os dispositivos orçados foram as torneiras automáticas e elétricas.

Para determinar os custos com os dispositivos, foi efetuado um levantamento de todos os pontos de torneiras de lavatório do campus, sendo 15 nos banheiros masculinos e 17 nos banheiros femininos.

Considerando tais dados, é possível determinar o custo de implantação dos dispositivos em cada caso, conforme apresenta a Eq. 5.

$$CI = V_d \times n \quad [\text{Eq. 5}]$$

Onde:

CI é o custo de aquisição dos dispositivos (R\$);

V_d é o valor médio do dispositivo (R\$);

N é o número de dispositivos.

Já o valor pago pelo consumo mensal de água no campus é dado pela seguinte Equação:

$$V_t = VOL \times T_{CASAL} \quad [\text{Eq. 6}]$$

Onde:

V_t é o valor mensal gasto pelas torneiras de lavatório do campus (R\$);

VOL é o volume mensal total de água das torneiras dos lavatórios (litros/mês);

T_{casal} é o valor de água cobrado pela CASAL (R\$/m³).

A estrutura tarifária de água pela CASAL para a categoria pública é dada pela Tabela 9.

Tabela 9 - Estrutura tarifária da CASAL para água na categoria pública.

CATEGORIA		FAIXAS	TARIFA (R\$/m ³)
ÁGUA	PÚBLICA	ATÉ 10m ³	8,63
		EXCEDENTE	22,18

Fonte: CASAL, 2018.

Tendo calculado a economia mensal é possível calcular o período da recuperação do investimento através do método de *payback* descontado, onde será possível saber, em meses a partir do qual se começa o retorno financeiro, como apresenta a equação a seguir:

$$I_0 \leq \sum_1^n \left[\frac{B_n - C_n}{(1+i)^n} \right] \quad [\text{Eq. 7}]$$

Onde:

I_0 é o investimento inicial;

B_n são os benefícios;

C_n são custos relevantes, excluindo os custos iniciais;

i é a taxa mínima de atratividade (TMA);

n é a variável tempo, indica o número de períodos medido em meses.

A taxa mínima de atratividade foi adotada igual ao rendimento de poupança em 0,375% a.m no mês de fevereiro, esse rendimento refere-se a 70% da meta da taxa Selic, visto que a mesma está abaixo de 8,5% a.a. (Banco Central, 2018).

5. RESULTADOS

Neste tópico serão apresentados todos os casos para a comparação com o CASO 0, sendo comparado e analisado se é viável ou não.

5.1 CÁLCULO DA DEMANDA

5.1.1 CASO 0

Os valores estimados da nova vazão, juntamente do consumo médio diário e volume mensal de água por torneiras de lavatório, determinados através da aplicação das equações apresentadas no item 4.2, com base no número de pessoas que utilizam os dispositivos no campus, estão apresentados na tabela 10.

Tabela 10 - Valores estimados de vazão, consumo diário e volume mensal do CASO 0.

CASO 0				
	Vazão (L/s)	Consumo diário (L/dia)	Volume mensal (m ³)	Volume mensal (%)
Alunos Masc.	0,092	1452,51	34,86	37,17
Alunos Fem.		1909,88	45,84	48,87
Professores Masc.		230,71	5,54	5,9
Professores Fem.		101,06	2,42	2,58
Funcionários Masc.		153,80	3,69	3,93
Funcionários Fem.		60,34	1,45	1,55
Total			3908,30	93,80

Fonte: Autor

Conforme a tabela acima, a torneira de lavatório convencional do CASO 0 é responsável por um grande volume mensal de água no campus. Visando a economia de água mensal vamos comparar os casos seguintes com este, sendo assim, verificaremos a viabilidade na implantação.

Para o cálculo do consumo de água, considerou-se toda população do campus, totalizada em 714 Alunos Masc., 795 Alunos Fem., 64 Professores Masc., 30 Professores Fem., 32 Funcionários Masc., 29 Funcionários Fem..

5.1.2 CASO 1

Conforme visto no item 4.3.2, tem-se a vazão, consumo médio diário e volume mensal calculados para os dispositivos, disponível na Tabela 11, comparando-se com o CASO 0, como apresentado na Tabela 12.

Tabela 11 - Valores estimados de vazão, consumo diário e volume mensal do CASO 1.

CASO 1				
	Vazão (L/s)	Consumo diário (L/dia)	Volume mensal (m ³)	Volume mensal (%)
Alunos Masc.	0,044	822,75	19,75	36,54
Alunos Fem.		1142,59	27,42	50,72
Professores Masc.		127,34	3,06	5,66
Professores Fem.		48,44	1,16	2,14
Funcionários Masc.		78,51	1,88	3,48
Funcionários Fem.		32,82	0,79	1,46
Total			2252,45	54,06

Fonte: Autor.

Tabela 12 - Comparativo do consumo e volume com o CASO 0.

	CASO 0	CASO 1	Redução do consumo	Redução do consumo (%)
Consumo diário (L/dia)	3908,30	2252,45	1655,85	42,37
Volume mensal (m ³)	93,80	54,06	39,74	42,37

Fonte: Autor.

Os valores da Tabela 12, mostram uma significativa redução do consumo, tanto no diário, quanto no mensal, isso já era esperado, devido a vazão do dispositivo ser menor que a metade do convencional. Porém, ocorre um aumento no tempo médio conforme visto no item 4.3.2.

5.1.3 CASO 2

Para cálculo do caso 2, atenta-se ao item 4.3.3, onde é dito que se adotou 0,055 litros por segundo, apresenta-se o consumo diário e volume mensal do CASO 2 na Tabela 13.

Tabela 13 - Valores estimados de vazão, consumo diário e volume mensal do CASO 2.

CASO 2				
	Vazão (L/s)	Consumo diário (L/dia)	Volume mensal (m ³)	Volume mensal (%)
Alunos Masc.	0,055	870,81	20,90	37,17
Alunos Fem.		1145,01	27,48	48,87
Professores Masc.		138,31	3,32	5,91
Professores Fem.		60,59	1,45	2,58
Funcionários Masc.		92,21	2,21	3,93
Funcionários Fem.		36,17	0,87	1,55
Total		2343,10	56,23	100

Fonte: Autor.

Não se faz necessário a modificação do tempo neste caso, pois, como vimos no item 4.3.3, a vazão do dispositivo só será interrompida quando o usuário retira a mão.

Analisando as Tabelas 13 e 14, verifica-se que até o presente momento a redução do consumo do CASO 1 é maior do que a do CASO 2.

Tabela 14 - Comparativo do consumo e volume com o CASO 0.

	CASO 0	CASO 2	Redução do consumo	Redução do consumo (%)
Consumo diário (L/dia)	3908,30	2343,10	1565,20	40,05
Volume mensal (m ³)	93,80	56,23	37,57	40,05

Fonte: Autor.

5.1.4 CASO 3

A estimativa do consumo diário e mensal do CASO 3, dar-se por uma vazão de 0,075 litros por segundo como podemos ver no item 4.3.4, apresentada na Tabela 15.

Tabela 15 - Valores estimados de vazão, consumo diário e volume mensal do CASO 3.

CASO 3				
	Vazão (L/s)	Consumo diário (L/dia)	Volume mensal (m ³)	Volume mensal (%)
Alunos Masc.	0,075	1247,50	29,94	36,33
Alunos Fem.		1732,46	41,58	50,45
Professores Masc.		193,08	4,63	5,62
Professores Fem.		32,40	0,78	0,95
Funcionários Masc.		178,56	4,29	5,21
Funcionários Fem.		49,76	1,19	1,44
Total			3433,76	82,41

Fonte: Autor.

Tabela 16 - Comparativo do consumo e volume com o CASO 0.

	CASO 0	CASO 3	Redução do consumo	Redução do consumo (%)
Consumo diário (L/dia)	3908,30	3433,76	474,54	12,14
Volume mensal (m ³)	93,80	82,41	11,39	12,14

Fonte: Autor.

Nota-se uma pequena redução do consumo em relação ao CASO 0. E em comparativo com os casos anteriores, é o caso com menor redução entre os três, conforme a Tabela 16.

5.2 ANÁLISE ECONÔMICA

Em cada caso foi calculado o seu volume mensal final, e o valor pago mensalmente a CASAL em relação as torneiras de lavatório e comparado ao CASO 0. Também foi calculado seu custo de implantação e o tempo de recuperação do investimento, com isso, foi escolhido o CASO 1 como o melhor custo/benefício, tendo uma implantação de R\$ 3.825,28 e um tempo de retorno estimado em 4,60 meses, como exposto na Tabela 17.

Tabela 17 - Analise econômica.

	CASO 0	CASO 1	CASO 2	CASO 3
Volume (m ³)	93,80	54,06	56,23	82,41
Valor gasto (R\$)	2.080,47	1.119,02	1.247,28	1.827,86
Benefício (R\$)	881,44	961,45	833,18	252,60
Custo de Implantação (R\$)	-----	3.825,28	33.216,00	47.405,17
PayBack descontado	-----	4,38 meses	44,25 meses	288,89 meses

Fonte: Autor.

6. CONCLUSÃO

Através deste estudo foi estimado um potencial de economia de água potável obtido por meio da implantação de aparelhos economizadores, contribuindo assim, para o uso racional da água, em uma época, cuja conservação dos recursos hídricos torna-se fundamental.

Com base na avaliação técnica, mostra-se alternativas que reduzem o consumo mensal de todas as torneiras de lavatório no Campus Sertão – UFAL. Foi disposta que há uma solução econômica para atingir o objetivo do trabalho, com um custo de implantação dos dispositivos orçado em R\$ 3.825,28 e o tempo de recuperação do investimento é de cinco meses.

O presente trabalho constata que a implantação desse sistema de aparelhos economizadores de água, mostrou-se viável em termo econômico, chegando a uma contenção de gastos de 42% de água apenas pelas torneiras de lavatório, trazendo benefícios financeiros em médio e longo prazo e benefícios ambientais imediatos por preservar os recursos hídricos da região.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT Associação Brasileira de Normas 10281: Torneiras - requisitos e métodos de ensaio. 2015.

ALCÂNTARA JÚNIOR, A. C. **Viabilidade Técnica e Econômica de Implantação de um Sistema de Aproveitamento de Água Pluvial no Campus Sertão da Universidade Federal de Alagoas**. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Alagoas – UFAL. Delmiro Gouveia, 2016.

ANA Agência Nacional de Águas. 2009. **Disponibilidade e Demandas de Recursos Hídricos no Brasil**. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br>>. Acesso em 10 abr. 2018.

Banco Central do Brasil. [Taxa de rendimento da poupança]. Disponível em: <<http://www.bcb.gov.br/pt-br#!/home>>. Acesso em: 22 abr. 2018.

BIOVIS. [Torneira de acionamento por pedal]. Paraná, [2018]. Disponível em: <<http://biovis.com.br/>>. Acesso em: 14 abr. 2018.

CASAL. [Estrutura Tarifaria]. Alagoas, [2018]. Disponível em: <<https://www.casal.al.gov.br/>>. Acesso em: 22 abr. 2018.

CETESB Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **O problema da escassez de água no mundo**. Disponível em: <<http://cetesb.sp.gov.br/>>. São Paulo, 2018.

DECA. [Torneiras de pressão economizadoras de água]. São Paulo, [2018]. Disponível em: <<https://www.deca.com.br/>>. Acesso em: 14 abr. 2018.

DOCOL. [Torneiras de pressão automáticas]. Santa Catarina, [2018]. Disponível em: <<https://www.docol.com.br/pt>>. Acesso em: 14 abr. 2018.

FABRIMAR. [Torneiras convencionais]. Rio de Janeiro, [2018]. Disponível em: <<http://www.fabrimar.com.br/>>. Acesso em: 14 abr. 2018.

H2TEC. [Pedal elétrico de borracha]. São Paulo, [2018]. Disponível em: <<https://www.h2tec.com.br/>>. Acesso em: 14 abr. 2018.

LOMBARDI, L. R. **Dispositivos poupadores de água em um sistema predial: Análise da viabilidade técnico-econômica de implementação no instituto de pesquisas hidráulicas.** Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRS. Porto Alegre, 2012.

MONTIBELLER, A.; SCHMIDT, R. W. **Análise do Potencial de Economia de Água Tratada Através da Utilização de Água Pluvial em Santa Catarina.** Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Florianópolis, 2004.

ONU. Organização das Nações Unidas. Disponível em: <<http://www.onu-brasil.org.br/>>. Acesso em: 14 abr. 2018.

PaloBrasil. 2015. Disponível em: <<https://www.instagram.com/p/BC-t2XOKKe2/>>. Acesso em: 10 abr. 2018

PURA. Programa de Uso Racional da Água. Disponível em: <<http://www.pura.poli.usp.br/>>. Acesso em: 14 abr. 2018.

SABESP Companhia de Saneamento Básico de São Paulo. Disponível em: <<http://www.sabesp.com.br/>>. Acesso em: 14 abr. 2018.

SÃO PAULO. Companhia de Saneamento Básico. **Manual de gerenciamento para controladores de consumo de água.** São Paulo, 2009.

SILVA, G. S.; TAMAKI, H. O.; GONÇALVES, O. M. Implantação de Programas de Uso Racional de Água em Campi Universitários. I Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável, São Paulo. 2004.

TOMAZ, P. **Economia de água:** Nas empresas e residências. Um estudo atualizado sobre medidas convencionais e não-convencionais do uso racional da água. São Paulo. [2001].

UNESCO. Relatório Mundial Das Nações Unidas Sobre Desenvolvimento Dos Recursos Hídricos 2015: Água Para Um Mundo Sustentável, 2015.