

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS  
CAMPUS DO SERTÃO  
EIXO DE TECNOLOGIA  
ENGENHARIA CIVIL**

**ANNE GABRIELLE SALES DE SOUZA**

**IMPACTO DA UTILIZAÇÃO DE TÉCNICAS ECONOMIZADORAS DE ÁGUA  
APLICADAS NO COMPLEXO RESIDENCIAL BRISA DO LAGO - ARAPIRACA/AL**

**DELMIRO GOUVEIA**

**2020**

ANNE GABRIELLE SALES DE SOUZA

**IMPACTO DA UTILIZAÇÃO DE TÉCNICAS ECONOMIZADORAS DE ÁGUA  
APLICADAS NO COMPLEXO RESIDENCIAL BRISA DO LAGO - ARAPIRACA/AL**

Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Civil da  
Universidade Federal de Alagoas – Campus Sertão,  
como pré-requisito para a obtenção do título de bacharel  
em Engenharia Civil.

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

DELMIRO GOUVEIA

2020

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

Bibliotecária responsável: Renata Oliveira de Souza CRB-4/2209

S729i Souza, Anne Gabrielle Sales de

Impacto da utilização de técnicas economizadoras de água aplicadas no Complexo Residencial Brisa do Lago - Arapiraca / AL / Anne Gabrielle Sales de Souza. – 2020.

47 f. : il.

Orientação: Thiago Alberto da Silva Pereira.

Monografia (Engenharia Civil) – Universidade Federal de Alagoas. Curso de Engenharia Civil. Delmiro Gouveia, 2020.

1. Engenharia hidráulica. 2. Recursos hídricos. 3. Água pluvial. 4. Reaproveitamento. 5. Consumo residencial. 6. Complexo Residencial Brisa do Lago - Arapiraca - Alagoas. I. Pereira, Thiago Alberto da Silva. II. Título.

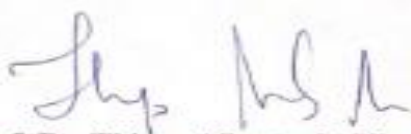
CDU: 626

ANNE GABRIELLE SALES DE SOUZA

**IMPACTO DA UTILIZAÇÃO DE TÉCNICAS ECONOMIZADORAS DE ÁGUA  
APLICADAS NO COMPLEXO RESIDENCIAL BRISA DO LAGO - ARAPIRACA/AL**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido a banca examinadora do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Alagoas – Campus Sertão, aprovado no dia 09 de março de 2020.

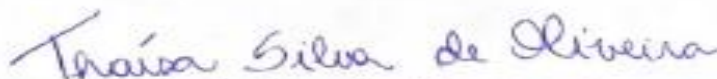
**BANCA EXAMINADORA**



**Prof. Dr. Thiago Alberto da Silva Pereira,  
Universidade Federal de Alagoas – UFAL  
Campus de Arapiraca  
Orientador**



**Prof. Dr. Odair Barbosa de Moraes  
Universidade Federal de Alagoas – UFAL  
Campus Sertão  
(Examinador Interno)**



**Engenheira Sanitarista e Ambiental Tháisa Silva de Oliveira  
(Examinador Externo)**

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer, primeiramente, a **Deus**, por me abençoar e me conduzir nesse caminho em busca dos meus sonhos, estando sempre ao meu lado, me dando forças quando eu achei que não mais as tinha.

Quero agradecer, com todo o meu coração, à minha mãe, **Rainilda Nunes Sales**, a pessoa a qual eu devo tudo o que sou. Sem ela, sem o carinho, educação, amor que ela me deu, sem a inspiração que ela foi para mim, nada disso seria possível. Tudo isso é por ela, para retribuir tudo que fez e faz por mim, e para que ela sinta de mim ao menos um pouco do orgulho que sinto dela.

Ao meu irmãozinho, **Joaquim Nunes Sales de Azevedo**, por despertar em mim a vontade de ser sempre melhor, aos meus primos, **Ana Beatriz Amorim Sales**, **Márcio Felipe Soares Sales** e **Kelmanny Emília da Silva Sales**, por todo companheirismo e cuidado durante essa trajetória; à minha avó, **Maria Dalva Nunes**, e à todos os meus familiares.

Ao **Talisson Igor de Oliveira Silva**, que foi meu ombro amigo e apoio nessa trajetória, que me fez acreditar em mim, me dizendo o quanto eu sou capaz, quando eu mesma não conseguia sentir isso. Às minhas garotas, **Andreza Karina Silva Souza**, **Ariany Ferreira Carnaúba**, **Katarina Beatriz dos Santos Souza**, **Lara Karine Dias Silva**, **Maria Beatriz Menezes Costa Alves**, **Maria Katarina Gomes da Silva**, **Maria Paula Farias Sobreira** e **Tereza Cristina Leite César**, pela irmandade, amor e cumplicidade todos esses anos, aos meus amigos de turma, **Ana Karolayne de Brito Andrade**, **Beatriz Pereira de Souza**, **Luana Kívia Lima de Paiva**, **Renan Filipe Pires Novaes** e **Stefany Gonçalves Lima**, por todas as aventuras vividas juntos. Por fim, mas não menos importante, gostaria de agradecer aos meus irmãos de outras mães, **Cíntia Daniely Pereira Sandes** e **Ítalo Vinicius de Sá Teles Pereira**, pelo companheirismo, apoio, amizade, e por tantas outras coisas que eu não conseguiria escrever aqui. Obrigada por tudo!

Ao meu chefe e amigo, **Tiago Alves da Silva**, por toda paciência e aprendizado. Aos meus professores e, em especial, ao meu orientador, **Thiago Alberto da Silva Pereira**, pelo suporte, pela dedicação e por todos os conhecimentos que me foram passados durante todos esses anos.

À todos que, de alguma forma, contribuíram na realização desse sonho, o meu muito obrigada!

“If you can dream it, you can do it”.

(Walt Disney)

## RESUMO

Tendo em vista o constante uso da água nas mais diversas atividades desempenhadas pelo homem, com a convicção de que os recursos hídricos são abundantes criou-se, no Brasil e no mundo, uma cultura do desperdício da água disponível, de falta de investimentos básicos para melhorias de seu uso e proteção, e de pouca valorização econômica, levando todos a se preocuparem com o futuro e as ações de preservação e conservação de tal recurso. O presente trabalho tem por objetivo estimar a redução do consumo de água em residências de baixa renda do Complexo Residencial Brisa do Lago, na cidade de Arapiraca, Alagoas, a partir de técnicas economizadoras de água. A metodologia utilizada é composta por cinco etapas, sendo elas: escolha e análise do objeto de estudo, estimativa de consumo, seleção de equipamentos economizadores, estudo de reaproveitamento de água pluvial e a viabilidade de implantação de ambos os sistemas. Com os valores encontrados para o consumo, para o potencial de economia dos equipamentos poupadores e para o aproveitamento de água pluvial, pelo software Netuno, é possível determinar o volume total de água economizado em todo o complexo. Em posse desses valores, pode ser feita a comparação entre eles a fim de analisar a viabilidade de implantação de tais medidas sustentáveis. Propondo três combinações para a implantação dos equipamentos nas casas de baixa de renda do complexo, em que é sugerida a substituição de todos os equipamentos e instalação do sistema de aproveitamento de água da chuva, a substituição apenas dos equipamentos tradicionais e, por fim, a substituição apenas nos pontos de saída do banheiro, alcançando economias de 65%, 50% e 19%, respectivo a cada indicação.

**Palavras-chave:** Importância da água, consumo da água, equipamentos economizadores, aproveitamento de água pluvial, viabilidade de implantação.

## ABSTRACT

In view of the constant use of water in the most diverse activities performed by man, with the conviction that water resources are abundant, a culture of wasting available water was created in Brazil and worldwide, with a lack of basic investments for improvements in its use and protection, and of little economic value, leading everyone to worry about the future and the actions of preservation and conservation of this resource. This work intends to estimate the reduction of water consumption in low-income residences in the Complexo Residencial Brisa do Lago, in the city of Arapiraca, Alagoas (a Brazilian state) using water-saving techniques. The methodology used in this work consists of five stages: choice and analysis of the study object, consumption estimate, selection of saving equipment, study of rainwater reuse and the feasibility of implementing both systems. With the values found for consumption, for the saving potential of saving equipment and for the use of rainwater, using the Neptune software, it is possible to determine the total volume of water saved in the entire complex. In possession of these values, a comparison can be made between them in order to analyze the feasibility of implementing such sustainable measures. Proposing three combinations for the implantation of the equipment in the low income houses of the complex, in which it is suggested the replacement of all the equipment and installation of the rainwater utilization system, the replacement only of the traditional equipment and, finally, the replacement only at the exit points of the bathroom, achieving savings of 65%, 50% and 19%, corresponding to each indication.

**Keywords:** Importance of water, water consumption, saving equipment, use of rainwater, implementation feasibility.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Índice de disponibilidade de água per capita (m <sup>3</sup> /pessoa/ano) .....	17
Figura 2- Demandas de uso da água no estado de Alagoas e no município Arapiraca em 2020, por finalidade de uso, em metros cúbicos por segundo. ....	18
Figura 3- Evolução da retirada de água no município de Arapiraca (2000-2030). ....	19
Figura 4- Panorama da escassez de água no mundo. ....	20
Figura 5- Acionador para caixa acopladas, Dual Flush Censi. ....	22
Figura 6- Instalação do arejador. ....	23
Figura 7- Instalação do restritor. ....	24
Figura 8- Sistema residencial de aproveitamento de água pluvial. ....	25
Figura 9- Vista aérea do Complexo Residencial Brisa do Lago. ....	27
Figura 10- Unidades habitacionais do Complexo Residencial Brisa do Lago. ....	28
Figura 11- Consumo per capita por uso (%). ....	29
Figura 12- Chuvas totais mensais. ....	38
Figura 13- Atendimento de água pluvial. ....	39

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1- Consumo per capita por uso e total (litros/hab.dia) .....	29
Tabela 2- Redução média por ponto de consume.....	30
Tabela 3- Redução média por ponto de consumo.....	31
Tabela 4- Redução média por ponto de consumo.....	31
Tabela 5- Consumo per capita por uso após utilização de equipamento economizadores (l/hab.dia).....	37
Tabela 6- Propostas de aplicação e seus respectivos consumos e percentuais econômicos.....	40

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

UFAL	Universidade Federal de Alagoas
<i>et al.</i>	E colaboradores (do latim, <i>etalli</i> )
http://	Protocolo de Transferência em HiperTexto (do inglês, <i>HyperTextTransferProtocol</i> )
ONU	Organização das Nações Unidas
PNCDA	Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água
FAO	Fundo das Nações Unidas
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
PBQP-H	Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
NBR	Norma Brasileira
Sabesp	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
PURA	Programa de Uso Racional da Água
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
SNIRH	Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos
CASAL	Companhia de Saneamento de Alagoas

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>2 OBJETIVOS .....</b>	<b>15</b>
2.1 OBJETIVO GERAL.....	15
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	15
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>16</b>
3.1. A IMPORTANCIA DA ÁGUA .....	16
3.2. TÉCNICAS POUPADORAS DE ÁGUA .....	21
3.2.1 BACIA SANITÁRIA DE VOLUME REDUZIDO .....	21
3.2. 2. TORNEIRA.....	22
3.2.3. CHUVEIRO COM RESTRITOR DE VAZÃO .....	24
3.2.4 APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA .....	24
3.3. USO RACIONAL DA ÁGUA EM HABITAÇÕES POPULARES .....	25
<b>4. METODOLOGIA.....</b>	<b>27</b>
4.1. OBJETO DE ESTUDO .....	27
4.2. ESTIMATIVA DE CONSUMO .....	28
4.3. ESCOLHA DOS MECANISMOS POUPADORES.....	30
4.3.1. TORNEIRA COM AREJADOR.....	30
4.3.2 BACIA SANITÁRIA COM DUPLO ACIONAMENTO.....	30
4.3.3. CHUVEIRO COM AERADOR.....	31
4.3.4. APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL .....	31
4.4. CÁLCULO DA ECONOMIA COM USO DOS MECANISMOS POUPADORES.....	32
4.4.1. TORNEIRA COM AREJADOR.....	32
4.4.3. CHUVEIRO .....	33
4.4.4. APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA – NETUNO.....	33
4.5. REDUÇÃO DA VAZÃO DOS SISTEMA DE ABASTECIMENTO E VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO.....	34
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>36</b>
5.1. ESTIMATIVA DO CONSUMO.....	36
5.2. CÁLCULO DA ECONOMIA COM USO DOS MECANISMOS POUPADORES.....	36
5.2.1. TORNEIRA COM AREJADOR.....	36
5.2.2. BACIA SANITÁRIA COM DUPLO ACIONAMENTO.....	37
5.2.3 CHUVEIRO COM AERADOR.....	37
5.2.4 APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL .....	37
5.3. REDUÇÃO DA VAZÃO DOS SISTEMA DE ABASTECIMENTO E VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO.....	39
<b>6 CONCLUSÃO.....</b>	<b>42</b>

<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>43</b>
--------------------------	-----------

## 1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural indispensável à vida, o qual é, incontestavelmente, um elemento básico e obrigatório para a conservação da natureza e tudo mais nela presente. Devido ao seu uso constante nas mais diversas atividades desempenhadas pelo homem, com a convicção de que os recursos hídricos são abundantes criou-se, no Brasil e no mundo, uma cultura do desperdício da água disponível, de falta de investimentos básicos para melhorias de seu uso e proteção, e de pouca valorização econômica. Segundo Rebouças *et al* (2006), a crise da água é, antes de tudo, uma crise de gestão desse recurso natural, mais do que a escassez ou contaminação. Assim, a população mundial, nos diversos usos da água, atingiram um alto nível de utilização, que levaram a todos a se preocuparem com o futuro e as ações de preservação e conservação de tal recurso.

Hoje, mais de 1 bilhão de pessoas não têm acesso a fontes confiáveis de água no mundo. Em 2025, boa parte do planeta estará em situação de stress hídrico, ou seja: a água disponível não será suficiente para os diferentes usos que o homem faz do recurso, como a agricultura, que é, de longe, a atividade que mais consome água. Até lá, 3 bilhões de pessoas sofrerão com escassez de água, segundo a ONU. (ANA, 2019).

Diante disso, inúmeras questões são geradas acerca desse problema, incentivando estudos de gestões alternativas e aplicação de métodos eficazes e eficientes de reutilização de água. Dentre esses métodos pode-se citar mecanismos economizadores como: torneiras com arejador, chuveiro com aerador, bacia sanitária de duplo acionamento e aproveitamento de água pluvial.

Quanto ao consumo de água doméstico, Libânio *et al* (2010), em estudo intitulado *Avaliação do impacto da variação da renda no consumo domiciliar de água*, comprova que existe, de fato, uma relação característica entre o consumo per capita e a renda mensal, a medida que Almeida (2007) constata que o entendimento e conscientização da população quanto aos seus deveres e direitos para/com o meio ambiente, está associado ao grau de escolaridade. Diante do exposto, pode-se observar a importância e necessidade da aplicação de tecnologias e conscientização com relação ao uso dos recursos naturais nas residências de baixa renda.

O presente trabalho visa contribuir para a melhoria da qualidade de vida dos moradores do Complexo Residencial Brisa do Lago, localizado na cidade de Arapiraca, Alagoas, por meio da instalação de mecanismos poupadores de água, com intuito de reverter o quadro de escassez devido negligência no abastecimento, fazendo com que possuam água com qualidade e em quantidade suficiente para a realização de suas atividades.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Estimar a redução do consumo de água em residências de baixa renda do Complexo Residencial Brisa do Lago, na cidade de Arapiraca, Alagoas, a partir de técnicas economizadoras de água.

### **2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Estimar a demanda e usos finais da água no complexo;
- Encontrar a economia de água decorrente da implantação dos mecanismos;
- Calcular a redução da vazão do sistema de abastecimento de residências populares quando aplicadas as técnicas poupadores de água.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1. A IMPORTANCIA DA ÁGUA

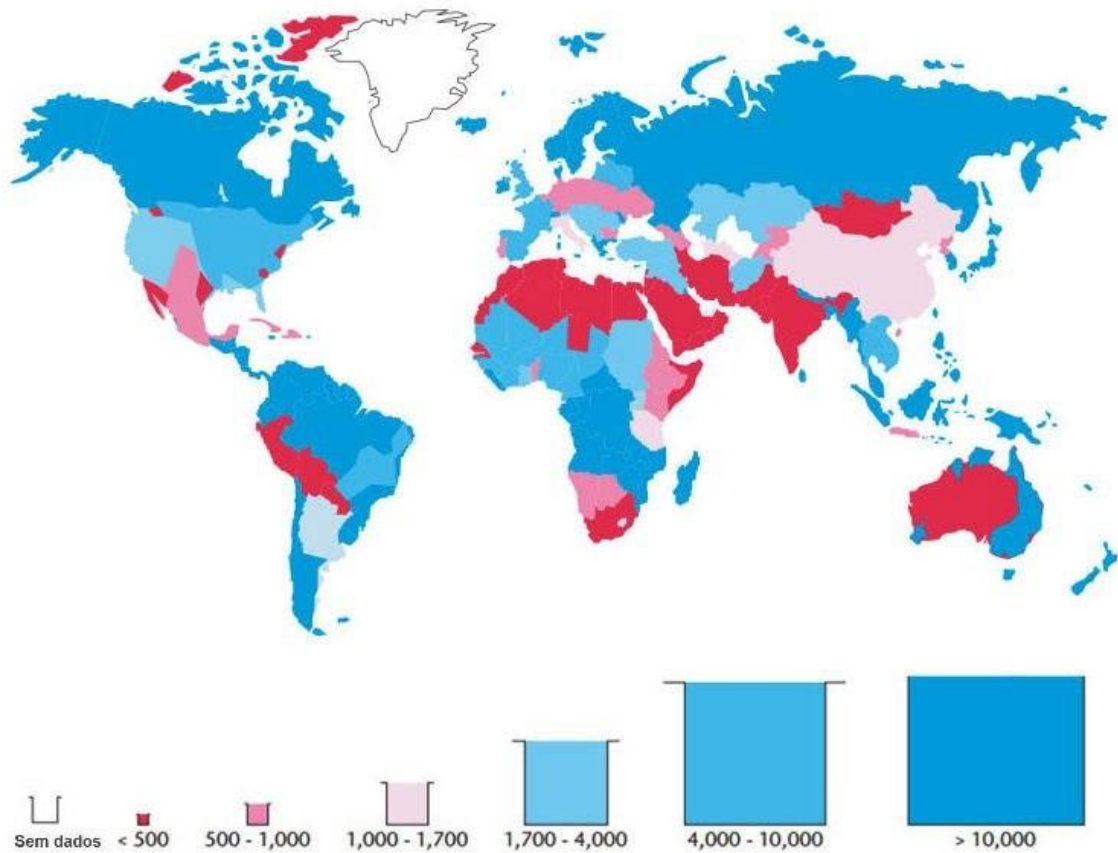
A água é responsável não só por garantir o equilíbrio ambiental, mas também por promover a vida, sendo fundamental e insubstituível em grande parte das atividades humanas. Segundo Barros e Amin (2008), no mundo em desenvolvimento, tanto o crescimento demográfico como o econômico fazem com que sejam crescentes os variados tipos de uso da água e sua demanda, em frente a uma oferta inelástica. Esses fatores, juntamente com a poluição e o uso indevido e desordenado da água, tornando-a imprópria para consumo, levam a compreensão de que os recursos hídricos não podem ser julgados como um bem comum, já que a disputa entre sua disponibilidade e demanda tendem a levá-lo à escassez. A água deve, então, ser entendida como um bem econômico e estratégico indispensável no desenvolvimento social e econômico.

Estima-se que 97,5% da água existente no mundo é salgada e não é adequada ao nosso consumo direto nem à irrigação da plantação. Dos 2,5% de água doce, a maior parte (69%) é de difícil acesso, pois está concentrada nas geleiras, 30% são águas subterrâneas (armazenadas em aquíferos) e 1% encontra-se nos rios.(ANA, 2019). Ou seja, apenas 0,025% de toda a água do mundo está acessível e adequada para consumo. Considerando que a água está em constante movimento dentro do ciclo hidrológico e que sua circulação não está vinculada apenas ao volume estocado, mas também ao seu tempo de renovação, e que as suas distribuições espacial e consumidora não são uniformes, pode-se compreender os motivos pelos quais são gerados diferentes cenários quanto à disponibilidade hídricas nas mais diversas regiões.

Além disso, ainda de acordo com a ANA (2019), estima-se que o Brasil possui cerca de 12% da disponibilidade de água doce do planeta, no entanto, apesar de o país apresentar uma das maiores reservas de água própria para consumo, como mostra a figura 1 a seguir, tal recurso está distribuído de maneira desigual entre suas regiões, onde considera-se que 80% está concentrado na região Norte, que apresenta apenas 5% da população brasileira, a medida que as regiões próximas ao Oceano Atlântico apresentam 45% da população, porém, menos de 3% da água mundial.



Figura 1- Índice de disponibilidade de água per capita ( $m^3$ /pessoa/ano)



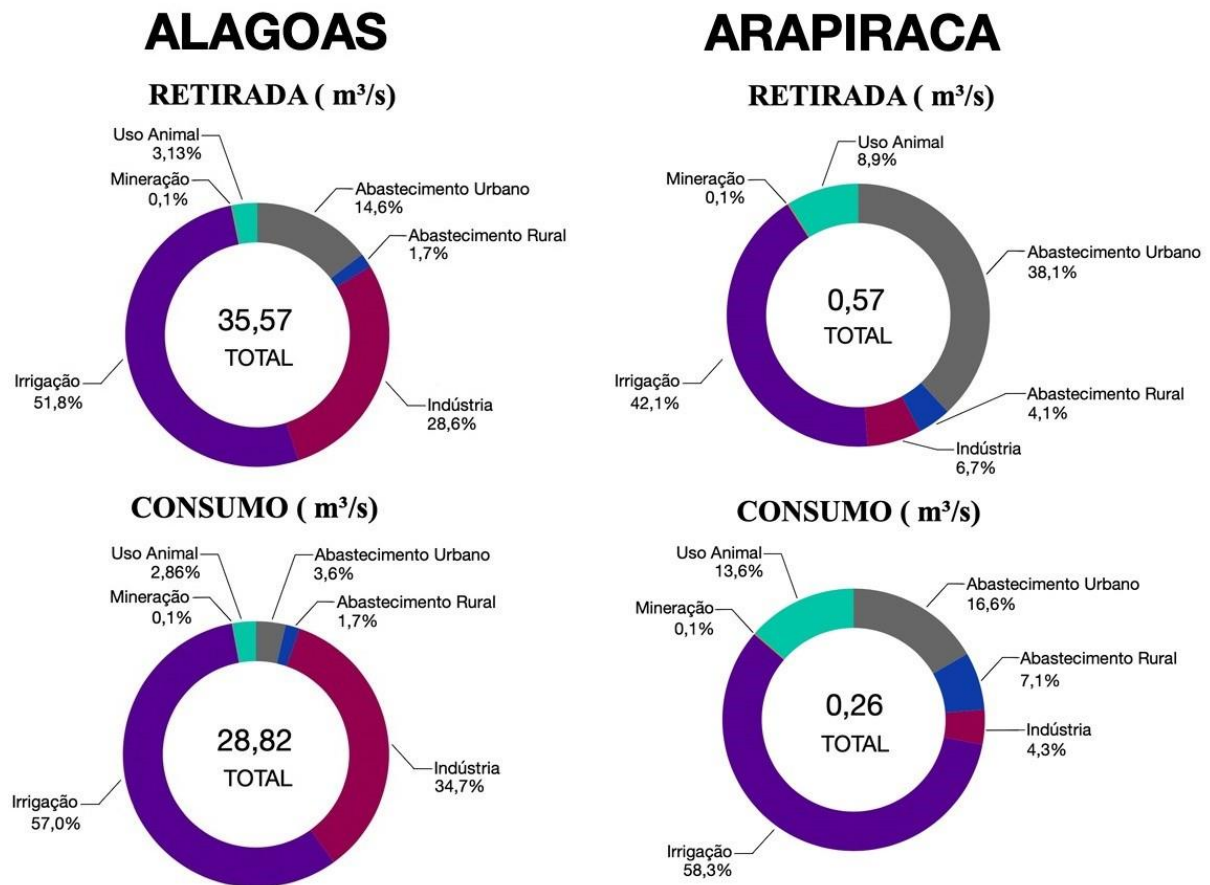
**Fonte:** (Revenga, C., 2000) em UN Water (2006).

Segundo a PNCDA (2003), nas áreas urbanas, dado o acelerado crescimento populacional acompanhado do aumento da demanda de abastecimento, os mananciais de água mais próximos tornam-se incapazes de suprir as necessidades de consumo, uma vez que nas bacias hidrográficas com altos índices de industrialização e urbanização, o uso e a poluição são mais agressivos. Além de aspectos como desenvolvimento industrial e da distribuição espacial da água, Melo *et al* (2014) aborda como causas do consumo desregrado fatores como nível de esclarecimento e conhecimento quanto a importância da preservação dos recursos naturais, valor das tarifas cobradas sobre o uso, existência de sistema para medição do volume consumido, entre outros aspectos. Diante das consequências, tem-se despertado de maneira global a necessidade da adoção de medidas sustentáveis tanto preventivas quanto corretivas.

Conforme o Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil (2019), elaborado pela ANA, um uso é considerado consuntivo quando a água é retirada, consumida, total ou parcialmente, e não retorna de forma direta ao corpo d'água após o processo ao qual foi destinada. No Brasil, os principais usos consuntivos são: irrigação, abastecimento (rural e urbano), uso animal, mineração, fins industriais e geração de energia. Cada um desses usos

possui suas especificidades quanto à qualidade ou à quantidade de água, acarretando em mudanças nas características naturais das águas superficiais e subterrâneas. Usos como lazer e turismo são considerados usos não consuntivos, pois apesar de dependerem da água, não afetam, de modo direto, a quantidade de água local. A Figura 2 a seguir apresenta as estimativas de retirada e consumo para o estado de Alagoas e para a cidade de Arapiraca no ano de 2020.

Figura 2- Demandas de uso da água no estado de Alagoas e no município Arapiraca em 2020, por finalidade de uso, em metros cúbicos por segundo.

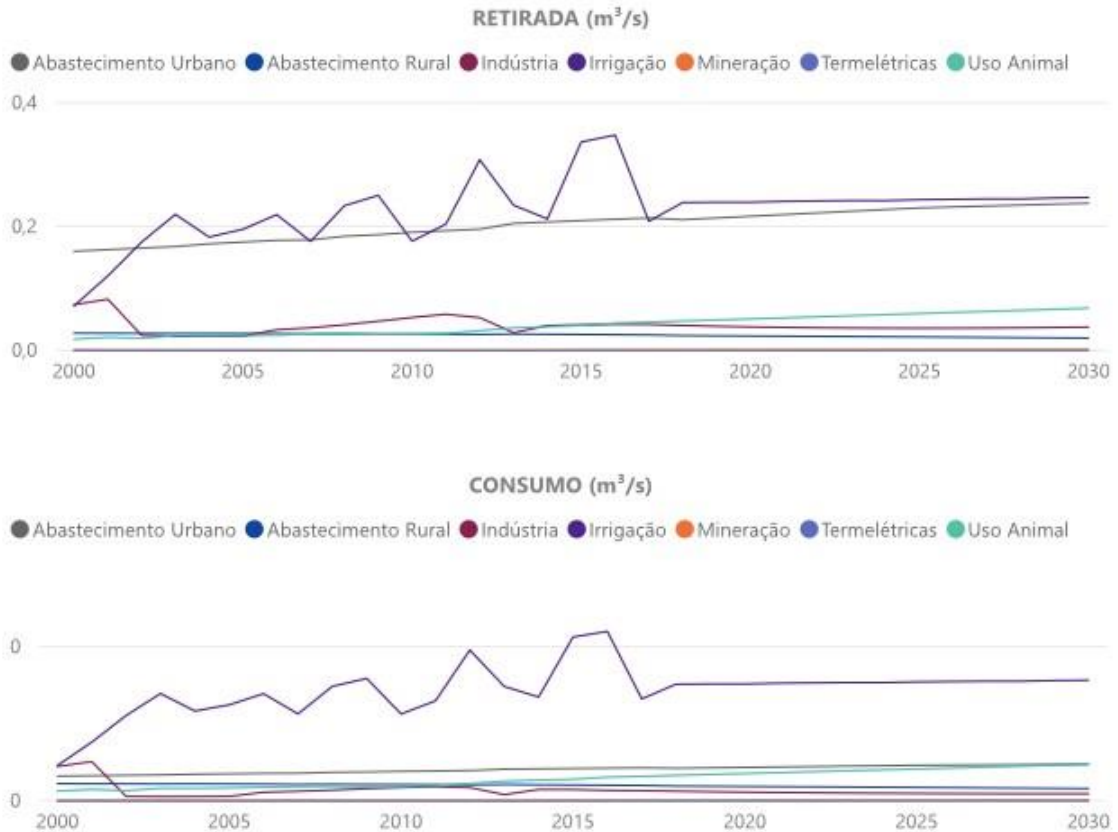


Fonte: modificado de Conjuntura 2020 (ANA, 2019).

O valor de retirada para o estado de Alagoas corresponde a aproximadamente 1,7% do total de retirada do Brasil no mesmo ano, enquanto que o de consumo representa 2,5%, cujos valores de retirada e consumo do país equivalem a 2.131,09 m³/s e 1.155,22 m³/s, respectivamente. O de retirada de Arapiraca, por sua vez, corresponde a 1,6% do total do estado, e pode-se observar que os usos com maiores retiradas são a irrigação, com 42,1%, o abastecimento urbano, com 38,1%, acompanhado pelo uso animal, com 8,9%, responsáveis por aproximadamente 90% do volume total das retiradas que correspondem 0,57 m³/s (570 L/s). Fazendo uma estimativa para o ano de 2030, esse número deve crescer 7%, alcançando um valor de 610 L/s. Quanto ao consumo, o estima-se um aumento de aproximadamente 8% para

o mesmo intervalo de tempo, que resulta em 280 L/s. (ANA, 2019). Esses avanços podem ser melhor observados na figura 3.

Figura 3- Evolução da retirada de água no município de Arapiraca (2000-2030).



Fonte: ANA (2019).

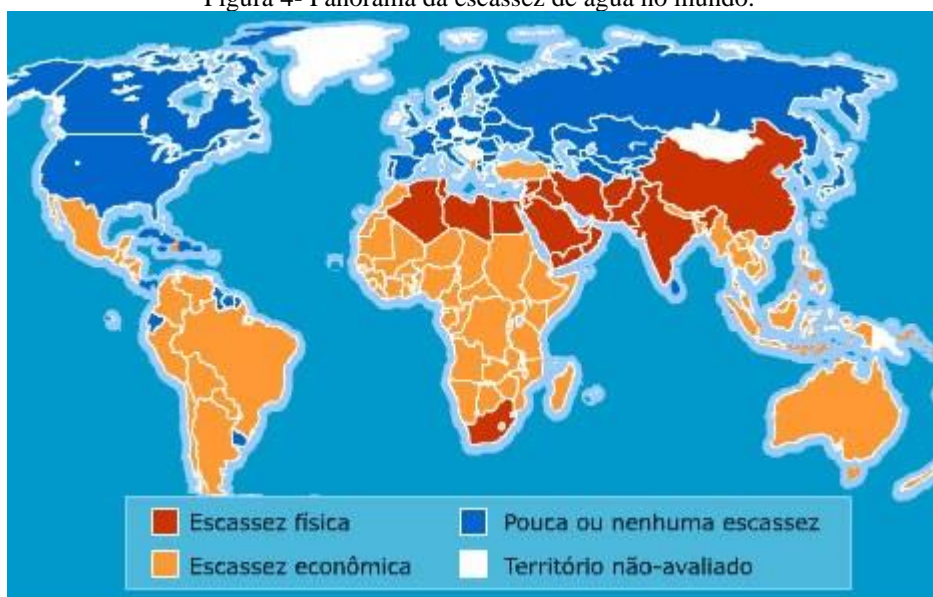
O Brasil não difere da cidade de Arapiraca quanto ao maior percentual de retirada e consumo, que refere-se ao volume utilizado para irrigação, que também é o setor que tem o maior desperdício de água doce. Segundo a ANA (2019), a agropecuária utiliza 70% de toda a água consumida no país, no entanto, metade chega a ser desperdiçada por má execução ou falta de controle da irrigação, valor estimado pelo Fundo das Nações Unidas (FAO). No último levantamento realizado pelo SNIS, constatou-se um consumo médio de 10,4 trilhões L/ano, dos quais 7 trilhões são utilizados na irrigação, o que gera um desperdício de aproximadamente 3 trilhões de L/ano.

Cheung *et al* (2009), aborda que o desperdício engloba as perdas evitáveis, ou seja, as perdas correspondentes ao descaso dos usuários pela falta de conscientização de preservação do meio ambiente. Seguindo essa definição, Rebouças (1997), afirma que o desperdício é resultado tanto da cultura antiquada de uso excessivo dos equipamentos hidrossanitários, como também pela ineficiência dos serviços de saneamento, responsável por cerca de 25% a 60% por

perdas nas redes de distribuição. Melo *et al* (2014), por sua vez, desperta a atenção que deve ser dada não só ao consumo em excesso, mas também aos desperdícios ou perdas pelos mais diversos tipos de vazamentos. É visível, portanto, a importância da conscientização quanto ao uso racional da água. Diante dessa necessidade, foi elaborado pelo Ministério do Planejamento e Orçamento e Secretaria de Política Urbana, em 1997, o Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (PNCDA), no intuito de promover o uso racional da água em três âmbitos: planejamento, gestão e articulação das ações de preservação; em prol da saúde pública, saneamento e conservação ambiental.

Perante todos os aspectos que contribuem para escassez da água, os governos têm buscado, cada vez mais, medidas que contribuam para a solução desse problema com intuito de evitar que esse mal se intensifique, no entanto, muitos respondem à falta de água com promessas de maior oferta, sendo, por assim dizer, uma alternativa não sustentável, que atinge não só a população como também os gestores da cidade e as companhias de abastecimento. No entanto, tais impasses conduzem uma busca por soluções viáveis e sustentáveis. (ARAÚJO; RUFINO, 2011). Uma solução é o objetivo seis dos ODS (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável), que, mediante o perigo que configura o aumento da escassez, objetiva garantir água e saneamento de qualidade para todos. Apesar disso, atualmente, 844 milhões de pessoas ainda não têm acesso à água. (ONU, 2019). Esse quadro da escassez mundial pode ser melhor entendido com o auxílio da figura 4.

Figura 4- Panorama da escassez de água no mundo.



**Fonte:** IWMI (International Water Management Institute), apud FOLHA on line (2008).

Pode-se observar que parte dos territórios europeu e africano já estão submetidos a escassez física de água, no entanto, essa realidade, se mantida, pode alcançar os demais

continentes, que estão vivenciando a escassez econômica, levando o mundo de encontro a um colapso, fazendo com que a água seja tratada como um bem econômico capaz de possibilitar uma nova ordem mundial a partir da posse desse recurso essencial à vida.“ [...] *desperdiçar água, hoje, é ignorar o problema e desprezar o futuro, e preservá-la é construir um novo sustentáculo de crescimento e desenvolvimento.*” (BARROS; AMIN, 2008).

Ainda na busca por soluções para o uso racional da água, pode-se citar o Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H), que trata-se de um instrumento do Governo Federal, cujo objetivo é estruturar o campo da construção habitacional quanto à melhoria da qualidade do habitat e à modernização produtiva, a fim de elevar a qualidade dos serviços e dos produtos, bem como reduzir os custos e aperfeiçoar o uso dos recursos públicos. Nesse sentido, o programa engloba e estimula ações como: melhoria da qualidade dos materiais, normalização técnica, comunicação entre os setores da construção civil, entre outras. Além dessas medidas citadas, pode-se enfatizar a avaliação de tecnologias inovadoras, como os equipamentos economizadores de água, os quais promovem economia de água independente da cooperação do usuário. Assim, para um horizonte futuro, espera-se, como resultado, um ambiente igualitário, que proporcione alternativas mais viáveis econômica e ambientalmente para a diminuição do déficit habitacional no país.

### 3.2. TÉCNICAS POUPADORAS DE ÁGUA

As técnicas ou equipamentos economizadores de água, como o próprio nome sugere, são instrumentos cujo objetivo principal é reduzir o consumo de água dos aparelhos sanitários convencionais, além de melhorar seu desempenho, de forma independente à ação dos usuários. (GONÇALVES, 2006). No entanto, para que tais equipamentos tenham um desempenho apropriado, algumas medidas são necessárias, como o levantamento de consumo e verificação de vazamentos, por exemplo. (FIESP, 2005). Ou seja, desde que o sistema hidráulico esteja livre de vazamentos e que possua uma rotina de manutenção, e que o consumo seja estimado, os equipamentos economizadores apresentam-se como uma solução eficaz e efetiva no combate ao desperdício de água.

#### 3.2.1 BACIA SANITÁRIA DE VOLUME REDUZIDO

As bacias ditas de volume reduzido são aquelas que consomem 6 litros por acionamento, que pode ser dado por gravidade; a vácuo e por pressão.

No Brasil, o tipo mais utilizado é a bacia sanitária com acionamento por gravidade, que abrange, segundo Gonçalves (2006), a válvula de descarga e a caixa de descarga convencional ou acoplada. Ainda no grupo das bacias sanitárias de volume reduzido e por gravidade, pode-se citar os dispositivos *duo-flush*, conforme a figura 5, que são assim chamados por apresentarem dois tipos de acionamentos de acordo com a necessidade de limpeza, que são: descargas com 3 litros para o descarte de efluentes líquidos e de 6 litros para o de efluentes sólidos, o que proporciona uma considerável redução no consumo desse equipamento, podendo chegar a 60% de economia. Segundo o PNCDA, a bacia sanitária é o item que mais consome água em uma residência, com 29% do consumo total, chuveiro e torneira consomem 28% e 17%, respectivamente.

Figura 5- Acionador para caixa acopladas, Dual Flush Censi.



Fonte:Censi(2019).

### 3.2. 2. TORNEIRA

O consumo das torneiras está associado não só à sua vazão, mas também à frequência e de tempo em que é utilizada. Sendo as torneiras muito incidentes nas residências por suas diversas aplicações em ambientes como cozinha, lavanderia, banheiros e jardim, para irrigação, uma maior atenção precisa ser dada a elas, visto que possuem um elevado consumo de água, no entanto, esse consumo pode ser facilmente restringido por acessórios adicionados às torneiras, como:

- a) arejador;
- b) pulverizador;

- c) fechamento automático;
- d) acionamento fotoelétrico.

O arejador é um dispositivo de fácil instalação, conforme a figura 6, que, quando incorporado na saída da bica da torneira, diminui a área de saída e mistura ar à água, o que reduz a quantidade de água utilizada, no entanto, promove a mesma sensação de “força” e maior volume do equipamento convencional e, conseqüentemente, a satisfação do usuário. Para isso, segundo a ABNT NBR 10.281, “Torneira de pressão - Requisitos e métodos de ensaio”, a vazão da torneira com arejador não pode ser menor que 0,05 l/s. Além disso, esse mecanismo apresenta vantagens como: redução do consumo em até 85%, vazão constante, grande variedade no mercado e, por ser embutido, não permite acesso aos usuários.

Figura 6- Instalação do arejador.



Fonte:DECA (2015).

Os pulverizadores, por sua vez, trabalham por meio de dois mecanismos: dividindo a saída de água em vários jatos e reduzindo sua vazão, tendo um alcance de até 70% de economia. As torneiras com acionamento fotoelétrico e com fechamento automático apresentam um custo mais elevado com relação aos outros mecanismos, sendo uma melhor opção para locais com elevado fluxo de pessoas, não sendo aplicável para o objeto de estudo em questão, no entanto, de acordo com Carvalho Júnior (2007) *apud* DREHER (2008), a primeira promove uma redução no consumo de 70%, enquanto que a segunda tem um potencial de economia de 55%.

### 3.2.3. CHUVEIRO COM RESTRITOR DE VAZÃO

Bem como os arejadores instalados nas torneiras, os restritores são peças embutidas nos chuveiros que, para economizar água, inserem bolhas de ar na água, reduzindo a vazão independente da pressão. Conforme citado anteriormente, o chuveiro é o segundo equipamento que mais consome água em uma residência. Segundo a Sabesp, a cada 1 minuto de banho, com o registro meio aberto, são consumidos aproximadamente 10 litros. Levando em consideração o tempo gasto nas atividades do banho, como ensaboar, passar shampoo, etc., com o registro aberto, são desperdiçados litros que poderiam ser utilizados para outros fins. Assim, partindo da premissa de que falta conscientização quanto ao uso racional de água, o chuveiro com restritor é uma solução eficaz visto que independe do usuário. Esse mecanismo e sua instalação podem ser observados na figura 7.



Fonte:DECA (2015).

### 3.2.4 APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA

É uma alternativa de gestão hídrica que visa diminuir o consumo de água potável com a utilização de água da chuva para fins menos nobre, como irrigação e limpeza, contribuindo na busca pela redução da escassez de água presente no mundo todo. Para isso, é indispensável um tratamento específico para controle da quantidade e qualidade de água para os usos a que será destinada, para que não comprometa a saúde dos usuários nem a conservação do meio ambiente. (FIESP, 2005). RAINDROPS (2002), admite que essa tecnologia é a soma das técnicas a seguir:



- Coleta da água da chuva do telhado e outros locais;
- Armazenamento da água da chuva em tanques e reservatórios;
- Tratamento da água da chuva;
- Abastecimento da água da chuva aos seus pontos de uso;
- Drenagem da água da chuva em excesso.

O sistema de coleta de água apresenta-se, de maneira simplificada, conforme a figura 8 a baixo.

Figura 8- Sistema residencial de aproveitamento de água pluvial.



**Fonte:** Ambiente Consciente (2010).

### 3.3. USO RACIONAL DA ÁGUA EM HABITAÇÕES POPULARES

Os equipamentos economizadores de água são uma proposta eficaz no combate ao consumo em excesso e ao grande desperdício de água, na busca de um uso cada vez mais racional e sustentável. A visibilidade para a implantação de tais equipamentos aumentou com a criação do PURA (Programa de Uso Racional da Água) em 1996 pela Sabesp, que, além de incentivar o uso de tal tecnologia, promove uma maior conscientização da população para alcançar uma redução significativa no consumo.

Ainda é grande o número de pessoas que não têm acesso à água, ou recebem água em quantidade e/ou qualidade inferior ao mínimo obrigatório para suprir suas necessidades básicas, como é o caso da população de baixa renda. Diante do modelo de saneamento atual, caracterizado pelo uso excessivo dos recursos naturais, a determinação do volume mínimo a ser

ofertado para a população deve vir acompanhado de ações de uso racional e ser fundamentado na caracterização da utilização da água, pois ter acesso a água é diferente de abusar dela; e para aquelas populações, como os moradores de complexos habitacionais, onde o volume fornecido é incompatível com o que precisam, a implantação dos dispositivos poupadores não seria apenas uma alternativa de economizar água, mas sim uma garantia de que não faltaria água em sua torneiras.

Situações como a falta de água, segundo OPAS (2001) *apud* MATOS (2007), representam um indicador na análise das condições de abastecimento de água potável, uma vez que a descontinuidade desse abastecimento indica um risco à saúde pública e uma má utilização e operação de sua infra-estrutura. De acordo com Gonçalves (2006), é fundamental que seja feita uma caracterização detalhada do conhecimento do consumo para determinar a hierarquização das ações de uso racional e garantir a eficiência da gestão da demanda. Ou seja, deve haver um conhecimento aprofundado das variáveis que influenciam no consumo e na distribuição da água dentro da residência, para que se possa prever a demanda de abastecimento, atual e futura, garantindo que as pessoas tenham acesso a esse bem essencial à sobrevivência.

## 4. METODOLOGIA

A metodologia foi dividida nas seguintes etapas: escolha e análise do objeto de estudo, estimativa de consumo e dos dispositivos de saída do mesmo, seleção de equipamentos economizadores de água, estudo de reaproveitamento de água pluvial e a viabilidade de implantação de ambos os sistemas.

### 4.1. OBJETO DE ESTUDO

O objeto de estudo trata-se de um complexo residencial, Residencial Brisa do Lago (Figura 09), localizado na rodovia AL-115, Olho D'água dos Cazuzinhas, CEP 57300-970, Arapiraca, Alagoas. O complexo foi inaugurado em 2012 e possui um total de 1868 residências, além de áreas de lazer comunitárias, como ginásio e praças. Considerando uma média de 4 habitantes por residência, tem-se, aproximadamente, uma população de 7500 habitantes.

Figura 9- Vista aérea do Complexo Residencial Brisa do Lago.



**Fonte:** Google Earth (2019).

O conjunto, localizado na cidade de Arapiraca, no agreste alagoano, possui uma área de aproximadamente 43 hectares. Sabendo que todas as casas são iguais, projetadas e construídas pelo programa “Minha Casa, Minha Vida”, como ilustra a figura 10, e possuem a mesma quantidade de cômodos e equipamentos, serão consideradas três torneiras (banheiro, cozinha e

área de serviço), uma bacia sanitária e um chuveiro, por residência. Além disso, as casas possuem um telhado, de duas águas, com área total igual a 60 m<sup>2</sup>.

Figura 10- Unidades habitacionais do Complexo Residencial Brisa do Lago.



**Fonte:** Google imagens (2019).

Arapiraca ocupa um território de aproximadamente 350 km<sup>2</sup> (IBGE, 2018) e tem uma população de cerca de 214000 habitantes (IBGE, 2019), caracterizada por um clima tropical com temperatura média de 23.7 °C e média anual de pluviosidade de 752 mm (Climate Data, 2019).

#### 4.2. ESTIMATIVA DE CONSUMO

O consumo médio per capita de água é definido como a média diária, por indivíduo, de litros utilizados para satisfazer as suas necessidades. Segundo o SNIS (2017), o valor do consumo médio per capita de água para unidades residenciais no estado de Alagoas é de 95,8 l/hab.dia. COHIM *et al* (2009), em um estudo de caso acerca do consumo de água em residências de baixa renda, constatou que este equivale, em média, a 80,16 l/hab.dia, composto conforme a Tabela 1.

Tabela 1- Consumo per capita por uso e total (litros/hab.dia)

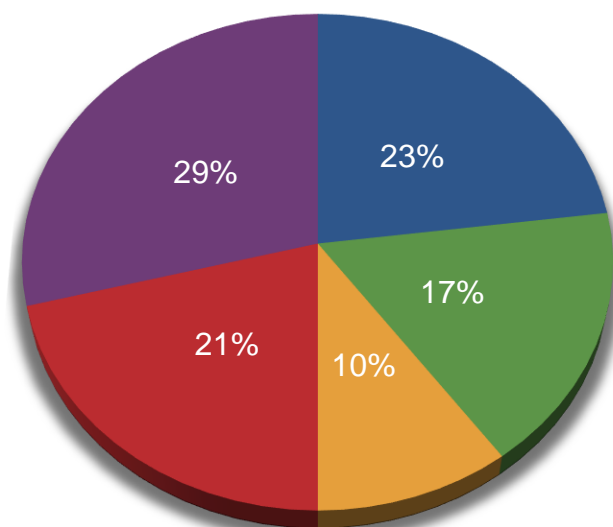
Uso	Consumo (l/hab.dia)
Lavanderia	14,59
Pia da cozinha	24,98
Lavatório	8,65
Vaso	19,83
Chuveiro	18,25
<b>TOTAL</b>	<b>80,16</b>

Fonte: Adaptado de COHIM et al (2009).

Diante do exposto tem-se que, ainda segundo COHIM *et al* (2009), o consumo em valores percentuais correspondem aos apresentados na Figura 11, a seguir:

Figura 11- Consumo per capita por uso (%).

■ VASO ■ LAVANDERIA ■ LAVATÓRIO ■ CHUVEIRO ■ COZINHA



Fonte: Adaptado de COHIM et al (2009).

Para o estudo em questão será adotado o valor encontrado por COHIM *et al* (2009) por tratar de residências similares, além de pertencer ao valor considerado pelo SNIS para o estado. Assim, o consumo é dado por:

$$CR = q \times hab$$

(Equação 1)

$$CT = CR \times NR$$

(Equação 2)

Em que:

$CR$  = Consumo diário de uma residência (l/dia);

$q$  = Consumo médio per capita (l/hab.dia);

$hab$  = Número de habitantes por residência;

$CT$  = Consumo diário total do Complexo (l/dia);

$NR$  = Número total de residências do Complexo.

#### 4.3. ESCOLHA DOS MECANISMOS POUPADORES

Tendo em vista o tipo de edificação, os mecanismos foram escolhidos de modo que melhor se adaptassem à realidade da região, que fossem fáceis de serem instalados e que alcançassem maiores resultados quanto a economia de água. Com base nisso, optou-se pelos seguintes equipamentos:

##### 4.3.1. TORNEIRA COM AREJADOR

Consiste em uma peça localizada na extremidade da torneira, em seu interior existe uma espécie de filtro que diminui o tamanho das partículas e introduz ar no líquido. Esse processo mantém a sensação do jato forte, porém com uso de menos água na lavagem. (BARROS *et al*, 2015). Para este equipamento, será utilizada uma economia segundo o Manual de gerenciamento para controladores de consumo de água, da SABESP (2009), que mostra o consumo do equipamento convencional e o do economizador, apresentando assim o percentual econômico, conforme a Tabela 2.

Tabela 2- Redução média por ponto de consume.

Eq. Convencional	Consumo médio	Eq. de baixo consumo	Consumo médio	Redução média
Torneira de uso geral/tanque - até 6 mca	0,26 l/seg	Restritor de vazão	0,1 l/seg	62%

Fonte: Adaptado de SABESP (2009).

##### 4.3.2 BACIA SANITÁRIA COM DUPLO ACIONAMENTO

As descargas dos resíduos líquidos que antes eram feitas com 6 litros passaram a ser feitas com 3 litros. Mierzwa *et al* (2006) consideraram que a cada quatro vezes que a bacia é utilizada, uma é para sólidos e as três demais são para líquidos, portanto, com essas três descargas consumindo a metade da água, a economia gerada pela substituição da bacia sanitária de

acionamento simples pelo duplo atinge 75% do consumo. (BARROS et al, 2015). Apesar disso, para os cálculos realizados neste trabalho será considerado, bem como feito anteriormente, o valor apresentado no Manual da SABESP, dado pela Tabela 3.

Tabela 3- Redução média por ponto de consumo.

Eq. Convencional	Consumo médio	Eq. de baixo consumo	Consumo médio	Redução média
<b>Bacia com caixa acoplada ou caixa elevada bem regulada</b>	12 l/descarga	Bacia VDR* com válvula de duplo acionamento (caixa acoplada)	3 e 6 l/descarga	50%

**Fonte:** Adaptado de SABESP (2009). **Nota:** \*Volume de descarga reduzido (VDR).

#### 4.3.3. CHUVEIRO COM AERADOR

O aerador é um dispositivo que, quando instalado nas duchas, preenche as gotas de água com uma minúscula bolha de ar, ele utiliza um pequeno tubo de diâmetro variável, que cria uma diferença de pressão e velocidade do fluido. O ar é sugado para dentro do tubo, devido ao vácuo parcial criado, fazendo com que o ar e a água se misturem. Com isso o fluxo de água é aumentado, enquanto é reduzida a quantidade de água utilizada (BALL, 2009). Assim como os equipamentos anteriores, a redução será utilizada de acordo com a SABESP (Tabela 4).

Tabela 4- Redução média por ponto de consumo.

Eq. Convencional	Consumo médio	Eq. de baixo consumo	Consumo médio	Redução média
<b>Ducha (água quente/fria) - até 6 mca</b>	0,19 l/seg	Restritor de vazão 8 l/min	0,13 l/seg	32%

**Fonte:** Adaptado de SABESP (2009).

#### 4.3.4. APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL

A evolução do conceito do uso racional para a conservação de água consiste na gestão, de modo que os usos menos nobres possam ser substituídos por água de qualidade inferior, sempre que possível. Uma alternativa interessante é a utilização de águas das chuvas (FIESP, 2005). Para o cálculo do potencial de economia de água potável através do aproveitamento da água da chuva, utilizou-se o programa computacional Netuno. São encontrados, além do potencial econômico, resultados como o volume extravasado de água pluvial, a capacidade do reservatório, análises econômicas, cenários de sistemas, dentre outros. O software possui uma metodologia fundamentada em modelos comportamentais, ou seja, uma simulação com

variáveis conhecidas, como: dados de precipitação do local, área de captação, número de moradores, etc. Os dados de precipitação devem ser colocados em uma base diária, assim, o resultado das simulações são apresentados em base diária e mensal, no intuito de simplificar a análise sazonal do sistema.

#### 4.4. CÁLCULO DA ECONOMIA COM USO DOS MECANISMOS POUPADORES

##### 4.4.1. TORNEIRA COM AREJADOR

Considerando a implantação desse equipamento nas três torneiras previamente citadas, tem-se:

i) Para a pia da cozinha:

$$E_{PC} = \left( \frac{p}{100} \times C_{PC} \right) \times hab$$

(Equação 3)

Sendo:

$E_{PC}$  = Economia da pia da cozinha com uso do arejador (l/dia);

$p$  = percentual de redução com uso do arejador (%);

$C_{PC}$  = Consumo da pia da cozinha com equipamento convencional (l/hab.dia);

$hab$  = Número de habitantes por residência.

ii) Lavanderia:

$$E_L = \left( \frac{p}{100} \times C_L \right) \times hab$$

(Equação 4)

Em que:

$E_L$  = Economia da lavanderia com uso do arejador (l/dia);

$C_L$  = Consumo da lavanderia com equipamento convencional (l/hab.dia);

iii) Lavatório:

$$E_{LV} = \left( \frac{p}{100} \times C_{LV} \right) \times hab$$

(Equação 5)

Em que:

$E_{LV}$  = Economia do lavatório com uso do arejador (l/dia);

$C_{LV}$  = Consumo do lavatório com equipamento convencional (l/hab.dia);



#### 4.4.2 BACIA SANITÁRIA

$$E_{BS} = \left( \frac{p}{100} \times C_{BS} \right) \times hab$$

(Equação 6)

Em que:

$E_{BS}$  = Economia da bacia sanitária com acionamento duplo (l/dia);

$C_{BS}$  = Consumo da bacia sanitária convencional (l/hab.dia);

#### 4.4.3. CHUVEIRO

$$E_C = \left( \frac{p}{100} \times C_C \right) \times hab$$

(Equação 7)

Em que:

$E_C$  = Economia do chuveiro com uso do aerador (l/dia);

$C_C$  = Consumo do chuveiro convencional (l/hab.dia);

#### 4.4.4. APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA – NETUNO

##### i) Área de Cobertura

A área de cobertura foi determinada com o auxílio do *software* Google Earth, em que foi selecionada e determinada a área do telhado de uma residência e considerada para todas as demais, tendo em vista que possuem a mesma coberta. Contudo, e encontrada a área plana, que deve-se ser corrigida, a fim de considerar sua inclinação, e inserir essa nova área no Netuno. A correção é feita da seguinte forma:

$$A' = A \times FC$$

(Equação 8)

Sendo:

A = área de cobertura;

FC = fator de inclinação.

##### ii) Dados pluviométricos

Os dados pluviométricos foram obtidos no site da ANA, no portal *HidroWeb*, uma ferramenta do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH)

##### iii) Demais parâmetros a serem inseridos

- Descarte de escoamento inicial, a fim de simular o descarte da primeira chuva para evitar o carregamento de sujeira acumulada nos telhados para o reservatório;

- Demanda total de água, que corresponde a parcela de água potável a ser substituída por água da chuva;
- Percentual de demanda total a ser substituído por água pluvial;
- Coeficiente de escoamento superficial, que está relacionado ao material e à rugosidade do telhado;
- Dimensões do reservatório inferior.

#### 4.5. REDUÇÃO DA VAZÃO DOS SISTEMA DE ABASTECIMENTO E VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO

Segundo a CASAL (2018), a vazão de captação para a cidade de Arapiraca é de 162,59 l/s, distribuída em regime de 24 horas. A vazão para uma determinada rede de distribuição, nesse caso para o bairro em questão, segundo Tsutiya (2006), para regime de abastecimento de 24 horas, pode ser calculada por meio da equação a seguir:

$$Q = \frac{K_1 \times K_2 \times P \times q}{86400}$$

(Equação 9)

Em que:

$Q$  = Vazão de captação (l/s);

$K_1$  = Coeficiente do dia de maior consumo;

$K_2$  = Coeficiente da hora de maior consumo;

$P$  = população abastecida;

$q$  = Consumo per capita de água (l/hab.dia).

Os valores de  $K_1$  e  $K_2$  são tabelados conforme a ABNT, e correspondem a 1.2 e 1.5, respectivamente.

O resultado encontrado de acordo com a equação acima corresponde à vazão de distribuição adequada para o bairro em questão. Com o valor estimado para o consumo, pode-se fazer uma comparação entre o volume que seria necessário para abastecer o complexo e o valor de uso estimado, no intuito de encontrar uma causa para a falta de água recorrente no bairro.

Somando os resultados das equações apresentadas para as economias dos equipamentos, com o obtido no Netuno para aproveitamento de água pluvial, é possível determinar o volume total de água economizado em todo o complexo. Em posse desses dois valores, pode ser feita a

comparação entre eles a fim de analisar a viabilidade de implantação de tais medidas sustentáveis.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta etapa do trabalho serão apresentados os resultados obtidos para o estudo do Complexo Residencial Brisa do Lago, a partir do qual será possível verificar a viabilidade técnica da implantação de equipamentos economizadores de água nas residências.

### 5.1. ESTIMATIVA DO CONSUMO

Adotando o valor do consumo médio per capita igual a 80,16 l/hab.dia, conforme COHIM *et al* (2009), e 4 habitantes por residência, têm-se que consumo diário (equação 1) de uma residência equivale 320,64 L/dia. Para o cálculo do consumo diário total do complexo (equação 2), considerando o valor encontrado para o consumo por residência e que o residencial é composto por 1868 casas, tem-se 598.956 L/dia. Isso equivale dizer que todo o residencial, com aproximadamente 7500 habitantes, consome, em média 17.968.680 litros por mês. Essa informação será utilizada mais adiante no estudo do volume de abastecimento ofertado, a fim de verificar se este é compatível com as necessidades da população.

### 5.2. CÁLCULO DA ECONOMIA COM USO DOS MECANISMOS POUPADORES

#### 5.2.1. TORNEIRA COM AREJADOR

i) Para a pia da cozinha:

Dado o percentual de redução encontrado no manual da Sabesp, de 62%, consumo da pia da cozinha com equipamento convencional de 24,98 l/hab.dia, segundo COHIM *et al* (2009), e utilizando-se a equação 3, tem a economia da pia da cozinha de 61,95 L/dia.

ii) Lavanderia:

De maneira análoga ao cálculo realizado para a economia da pia da cozinha, para a lavanderia será utilizado o mesmo valor de redução para um consumo 14,59 l/hab.dia, ficando 36,18 L/dia (equação 4).

iii) Lavatório:

Bem como anteriormente, a economia será de 62%, no entanto, para esse caso, o consumo per capita é de 8,65 l/hab.dia, portanto, utilizando-se a equação 5, a economia do lavatório com uso do arejador equivale a 21,45 L/dia.

Sabendo que estes três pontos de saída são responsáveis por 56% do consumo total de uma residência, com a instalação dos arejadores nas torneiras da cozinha, da lavanderia e do

lavatório, esse valor passaria a ser de 34,7%, em que o consumo seria reduzido de 192,91 L/dia para 73,3 L/dia, uma economia de aproximadamente 120 litros diários em uma residência. Para todo o complexo a economia seria de 224.160 litros por dia.

### 5.2.2. BACIA SANITÁRIA COM DUPLO ACIONAMENTO

Ainda do estudo realizado por COHIM *et al* (2009), tem-se que o consumo per capita da bacia sanitária em uma casa de baixa renda é de 19,83 l/hab.dia, o segundo maior consumo, ficando atrás apenas do da pia da cozinha. Com um percentual de redução média igual a 50%, a economia da bacia sanitária *dual flush* é de 39,66 L/dia, encontrado através da equação 6.

### 5.2.3 CHUVEIRO COM AERADOR

Para consumo de 18,25 l/hab.dia e redução média de 32%, tem-se, segundo a equação 7, uma redução de 23,36 L/dia.

A bacia sanitária, de acordo com a economia encontrada, passaria de 23% para 11,5% do consumo de uma residência, enquanto que para todo o residencial, o consumo total, também reduzido na metade, passaria a ser de aproximadamente 75.000 litros. No caso do chuveiro, a parcela de uma residência passaria a ser 14,3% do consumo, o que corresponde a uma economia de, em média, 45.000 litros em todo o complexo. O consumo per capita passaria para 40,67 L/hab.dia, distribuído conforme a Tabela 05.

Tabela 5- Consumo per capita por uso após utilização de equipamento economizadores (l/hab.dia).

<b>USO</b>	<b>CONSUMO (l/hab.dia)</b>
<b>Lavanderia</b>	5,54
<b>Pia da cozinha</b>	9,50
<b>Lavatório</b>	3,30
<b>Vaso</b>	9,92
<b>Chuveiro</b>	12,41
<b>TOTAL</b>	40,67

Fonte: A autora (2020).

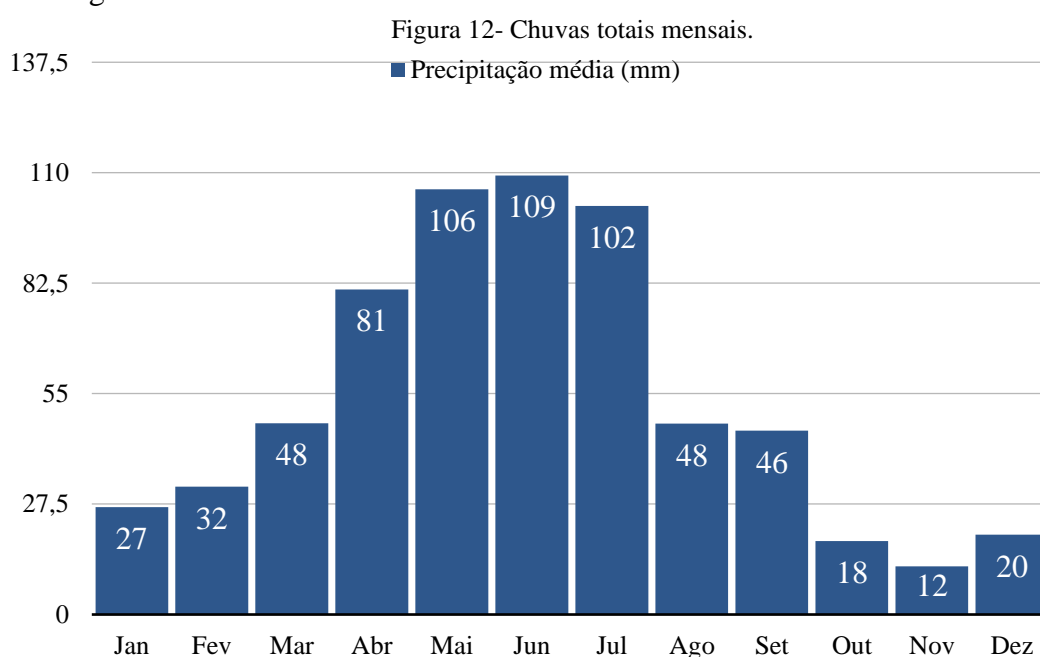
### 5.2.4 APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL

i) Área de Cobertura:

Como citado anteriormente, a área do telhado das casas foi obtida com o auxílio do *software* Google Earth sendo igual a 60 m<sup>2</sup> de área plana, assim, deve-se uma correção para que seja considerada a sua inclinação, por meio da equação 8. Considerando uma inclinação de 30%, o seu fator de correção será de 62,64 m<sup>2</sup>.

## ii) Dados pluviométricos:

Os dados, obtidos pelo Hidroweb, da estação 00936066 – Arapiraca datam de 1963 até 1991, com precipitação média anual de 689,2 mm e médias mensais dispostas de acordo com o gráfico da Figura 12.



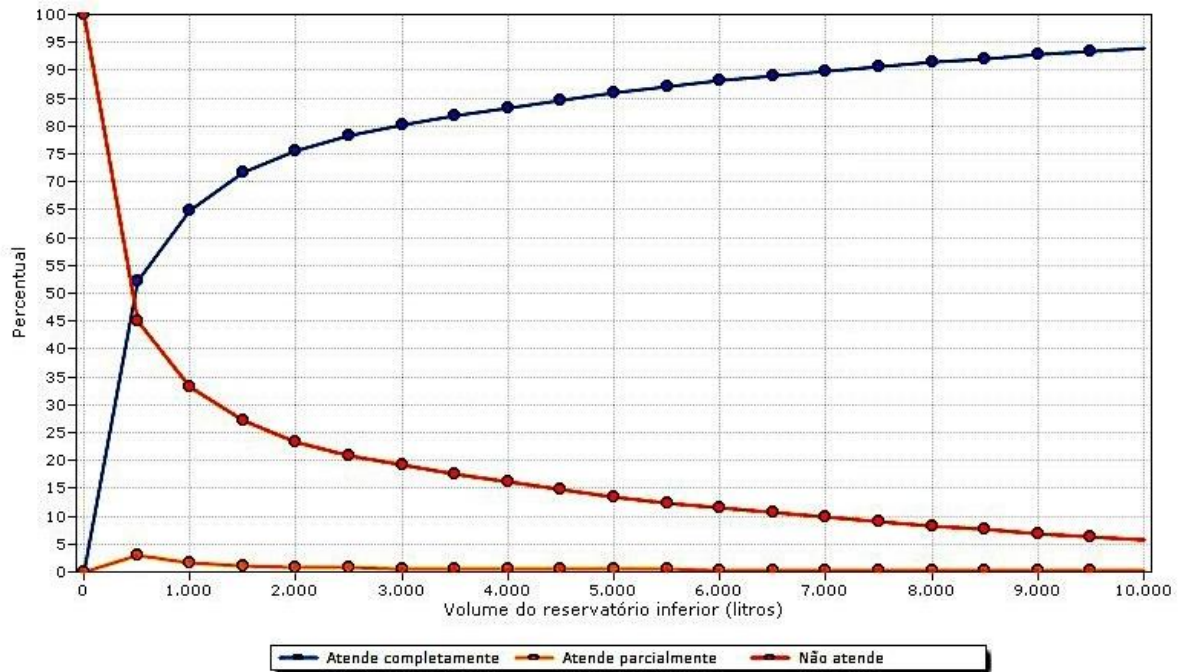
Fonte: Adaptado de Hidroweb (2016).

## iii) Demais parâmetros

- O descarte de escoamento inicial considerado foi de 2 mm;
- A demanda total de água a ser substituída foi de 15,5 l/hab.dia, que equivale ao consumo da lavanderia e da bacia sanitária após a instalação dos equipamentos economizadores, sendo esses usos menos nobres em que pode ser utilizada a água da chuva coletada ;
- Percentual de demanda total a ser substituído por água pluvial de 100%, no intuito de substituir completamente a água dos usos citados no tópico anterior;
- Considerando que o telhado seja de telha cerâmica, o coeficiente de escoamento superficial, segundo Lopes (2012) *apud* Thomas e Martinson (2007), deve estar entre 0,6 e 0,9. Assim, adotou-se um coeficiente igual a 0,7;

- Para as dimensões do reservatório inferior, foi considerado um volume máximo de 10.000 litros com intervalo entre volumes de 500 litros, para escolha do volume mais adequado. Com isso, obteve-se, através do Netuno, na Figura 13, os resultados correspondentes ao volume do reservatório inferior e o nível de atendimento da demanda.

Figura 13- Atendimento de água pluvial.



Fonte: Netuno (2020).

Para a escolha do volume do reservatório, será analisada a curva azul do gráfico, que, conforme a legenda, indica o percentual que atende completamente à demanda requerida. Com um percentual de 80%, adotou-se o reservatório de 3.000 litros, não apenas pelo percentual de reaproveitamento, mas também pela acessibilidade e viabilidade econômica. Assim, dos 62 litros por dia consumidos pela bacia sanitária e lavanderia pelos 4 habitantes considerados por residência, aproximadamente 50 litros de água potável seriam substituídos por água da chuva diariamente. O consumo por residência, após a implantação das tecnologias poupadoras de água e do sistema de coleta e aproveitamento de água da chuva, passaria a ser de aproximadamente 113 litros por dia, o equivale a um consumo de 211.084 l/dia em todo o complexo.

### 5.3. REDUÇÃO DA VAZÃO DOS SISTEMA DE ABASTECIMENTO E VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO

Por meio da equação 9, apresentada na metodologia, é possível estimar a vazão de distribuição necessária para o abastecimento de todo o complexo residencial. Com uma

população de 7.472 habitantes e consumo per capita de 80,16 l/hab.dia, tem-se que o bairro necessita de 12,47 L/s.

Considerando que a vazão de abastecimento para todo o município de Arapiraca é de 162,59 l/s, a quantidade necessária para abastecer, sem déficit, o Complexo Residencial Brisa do Lago corresponde a 7,7% da oferta total. Como foi calculado no item 4.1, tem-se que o consumo total estimado para o objeto de estudo é de 598.956 l/dia, o que equivale a 6,93 l/s. Mesmo havendo uma diferença considerável entre os valores encontrados, dando uma folga para o abastecimento, o bairro ainda sofre com constantes faltas de água, o que incentivou o desenvolvimento desse trabalho, no intuito de que, com as tecnologias utilizadas, seja, enfim, possível o abastecimento ininterrupto à população.

Com a implantação de todas as tecnologias economizadoras, o consumo total de todo o complexo passaria a ser de apenas 2,43 litros por segundo, o que equivale a uma economia de aproximadamente 65% do consumo estimado no tópico 4.1. Caso não haja condições de instalação de todas os equipamentos e sistema sugeridos, outras alternativas podem ser dadas, como por exemplo o uso das mesmas no banheiro, com a substituição apenas do lavatório, da bacia sanitária e do chuveiro, e instalação de todos os mecanismos economizadores, sem aplicação do sistema de coleta e aproveitamento de água pluvial, os consumos passariam a ser de 5,63 l/s para o primeiro caso e de 3,51 para o segundo, apresentando economias de aproximadamente 19% e 50%, respectivamente. Esses resultados podem ser melhor observados na Tabela 6.

Tabela 6- Propostas de aplicação e seus respectivos consumos e percentuais econômicos.

<b>Equipamentos</b>	<b>Consumo (l/s)</b>	<b>Economia (%)</b>
<b>Todos os equipamentos propostos</b>	2,43	65
<b>Arejador no lavatório, chuveiro com aerador e bacia sanitária com duplo acionamento</b>	5,63	19
<b>Arejador nas três torneiras, chuveiro com aerador, bacia sanitária com duplo acionamento</b>	3,51	50

Fonte: A autora (2020).

Pode-se observar que, independente da combinação escolhida para a implantação das técnicas, todas apresentam uma demanda significativamente menor que o necessário para o



bairro, porém, capaz de garantir o acesso à água e a qualidade de vida dos moradores do Brisa do Lago.

## 6 CONCLUSÃO

O desordenado crescimento econômico e a conseqüente realidade hídrica mundial, têm despertado um maior interesse e conscientização, tanto por parte dos órgãos competentes como também da população, quanto à preservação da água e as medidas sustentáveis cabíveis na busca do controle ao desperdício e escassez desse bem imprescindível à vida. Por meio desse estudo foi possível estimar a economia de água potável através da implantação de equipamentos poupadores e sistema de coleta de água da chuva como uma ferramenta do uso racional da água, uma solução fundamental para o problema que envolve o mundo como um todo.

Diante dos resultados, é possível observar a viabilidade técnica alcançada com a implantação de tais alternativas no Complexo Residencial Brisa do Lago. Com a aplicação das técnicas economizadoras de água, escolhidas visto a acessibilidade por apresentarem um baixo custo, e para os diferentes arranjos sugeridos, pode-se obter economias de 19%, 50% ou 65% sobre o valor estimado para o consumo do bairro, percentuais que estão relacionados à quantidade de mecanismos utilizados. Para o melhor cenário, com o uso de arejadores em três torneiras das residências, de aerador no chuveiro, de bacia sanitária com duplo acionamento e do sistema de coleta e aproveitamento de água pluvial, que possui o maior alcance econômico (65%), o consumo total no complexo passaria de 6,93 l/s para apenas 2,43 l/s.

O presente trabalho comprova a redução do consumo com a implantação de equipamentos economizadores de água potável em habitações de baixa renda, porém, essa solução sustentável que procura estimular o consumo racional e a preservação dos recursos hídricos, não deve limitar-se a essa categoria. A intenção, portanto, desse estudo é incentivar o uso de tecnologias como paradigma para toda e qualquer construção, desde residências populares a grandes edifícios, hospitais e escolas, por exemplo, visando a melhoria da qualidade de vida e da saúde pública, e o mais importante, a conservação do meio ambiente.

## REFERÊNCIAS

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

Agência Nacional de Águas. *Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil*. Brasília, ANA, 2019.

ALCANTARA, 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”** in apresentação de trabalho de conclusão de curso, Delmiro Gouveia, 2016.

ALMEIDA, G. **Metodologia para caracterização de efluentes domésticos para fins de reúso: estudo em Feira de Santana, Bahia**. 180p. 2007. Dissertação (Mestrado Profissional em Gerenciamento e Tecnologia Ambiental no Processo Produtivo) -- Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia.

Ambiente Consciente. 2010. Disponível em: <[https://ambienteconsciente.files.wordpress.com/2010/08/agua\\_de\\_chuva\\_casa1.jpg](https://ambienteconsciente.files.wordpress.com/2010/08/agua_de_chuva_casa1.jpg)>. Acesso em: 31 ago. 2016.

ANA. **Quase metade da água usada na agricultura é desperdiçada**. Disponível em: <<https://www.ana.gov.br/noticias-antigas/quase-metade-da-a-gua-usada-na-agricultura-a-c.2019-03-15.2354987174>>. Acesso em: 23 dez. 2019>. Acesso em: 23 dez. 2019.

ANA. **Situação da Água no Mundo**. Disponível em: <<https://www.ana.gov.br/textos-das-paginas-do-portal/agua-no-mundo/agua-no-mundo>>. Acesso em: 20 dez. 2019.

ARAÚJO, E. L.; RUFINO, I. A. A. **Estimativa do crescimento da demanda de água baseada em dados de uso e ocupação do solo urbano**. In: XV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, Maceió, AL. 2011.

BALL, J. **Under Pressure: Bathers Duck Weak Shower Heads**. *The Wall Street Journal*, v. 13, Nov., 2009. Disponível em: <<http://www.wsj.com/articles/SB125807041772846273>>. Acesso em: 19 de janeiro, 2014.

BARROS et al . “**Mecanismos poupadores de água como suporte ao planejamento urbano**”. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Versão On-line ISSN 2318-0331 RBRH vol. 21 n<sup>o</sup> .1 Porto Alegre jan./mar. 2015 p. 251 - 262.

BARROS, F. G. N.; AMIN, M. M. “**Água: um bem econômico de valor para o Brasil e o mundo**”. Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional, v. 4, n. 1, p. 75-108, jan-abr/2008, Taubaté, SP, Brasil.

BARROS, M.H. “**Análise da viabilidade da implantação de dispositivos poupadores de água no Campus Sertão da Universidade de Alagoas – Delmiro Gouveia/Al**” in apresentação de trabalho de conclusão de curso, 2018.

CASAL. U.N. Agreste. Disponível em: <<https://www.casal.al.gov.br/u-n-agreste/>>. Acesso em: 23 jan. 2020.

CENSI. Acionador para Caixas Acopladas - Dual Flush Censi. Disponível em: <<http://censi.com.br/produto/detalhe/acionador-dual-flush-para-caixas-acopladas-dual-flush>>. Acesso em: 02 fev. 2020

CHEUNG, P. B.; KIPERSTOK, A.; COHIM, E.; ALVES, W.C.; PHILIPPI, L.S.; ZANELLA, L.; ABEN.; GOMES, H.P.; SILVA, B.C.; PERTEL, M.; GONÇALVES, R.F. Consumo de água. In: GONÇALVES, R. F.(Coord.). Uso Racional de Água e Energia: conservação de água e energia em sistemas prediais de abastecimento de água. Vitória: ABES-PROSAB, 350 p., 2009.

Clima Arapiraca. Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/alagoas/arapiraca-4457/?amp=true>>. Acesso em: 11 jan. 2020.

COHIM et al. “**Consumo de água em residências de baixa renda - Estudo de caso**”. ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental: 25º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2009.

DIAS, M.D.; MARTINEZ, C.B.; LIBÂNIO, M. **Avaliação do impacto da variação da renda no consumo domiciliar de água.** Eng. Sanit. Ambient. vol.15. no.2. Rio de Janeiro, June, 2010.

DECA. deca & você: Juntos pela economia da água (2015). Disponível em: <[http://www.dourahidra.com.br/manuais/AREJADORES\\_RESTRITORES\\_2015.pdf](http://www.dourahidra.com.br/manuais/AREJADORES_RESTRITORES_2015.pdf)>.

Acesso em: 20 dez. 2019.

DREHER, V. P. Possíveis soluções para o uso racional da água na edificação da Câmara Municipal de Porto Alegre. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

FIESP. **Conservação e Reuso da Água em Edificações.** 2005. Disponível em: <<http://www.fiesp.com.br/indices-pesquisas-e-publicacoes/conservacao-e-reuso-de-aguas-em-edificacoes-2005/>>. Acesso em: 3 set. 2016.

GOMES, S. A. (2011). “Chuveiro Automático” in apresentação de trabalho de conclusão de curso, Brasília, 2011.

GONÇALVES, R. F. (Coord.). Uso racional de água em edificações. Rio de Janeiro: ABES, 2006. v.5. 352 p. (Projeto PROSAB, Edital 4).

HIDROWEB v3.1.1. Disponível em: <<http://www.snirh.gov.br/hidroweb/apresentacao>>. Acesso em: 23 jan. 2020.

IBGE cidades: Arapiraca. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/al/arapiraca/panorama>>. Acesso em: 11 jan. 2020.

LOMBARDI, L. R. **“Dispositivos poupadores de água: análise da viabilidade técnico econômica de implementação no instituto de pesquisas hidráulicas”** in apresentação de trabalho de conclusão de curso, Porto Alegre, 2012.

MARCEL CORDOVA, E. G. M. “Netuno 4 - Manual do usuário”. Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC Departamento de Engenharia Civil Laboratório de Eficiência Energética em Edificações - LabEEE, 2014.

MATOS, J. Proposição de método para a definição de cotas per capita mínimas de água para consumo humano. Brasília, 108p. 2007 Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos). Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia.

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.

MIERZWA, J. C.; HESPANHOL, I.; CODAS, B. V. B.; SILVA, J. O. P.; MENDES, R. L. **Avaliação econômica dos sistemas de reuso de água em empreendimentos imobiliários.** In: XXX CONGRESO DE LA ASOCIACION DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL. Punta Del Este – Uruguay, 2006.

Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento - SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos - 2017. Brasília: SNIS/MDR, 2019.

OLIVEIRA, L. H. **“Metodologia para a implantação de programa de uso racional da água em edifícios”** in apresentação para obtenção do título de Doutor em Engenharia, São Paulo, 1999.

ONU. A ONU e a água. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/acao/agua/>>. Acesso em: 23 dez. 2019.

ONU. Vai faltar água boa para o consumo, alerta ONU. Disponível em: <<https://www.ana.gov.br/noticias-antigas/vai-faltar-a-gua-boa-para-o-consumo-alerta-onu.2019-03-14.4360403610>>. Acesso em: 14 dez. 2019.

O PBQP-H. Disponível em: <[http://pbqp-h.mdr.gov.br/pbqp\\_apresentacao.php](http://pbqp-h.mdr.gov.br/pbqp_apresentacao.php)>. Acesso em: 05 dez. 2019.

Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (PNCDA). Documento Técnico de Apoio no A5: Planos Regionais e Locais de Combate ao Desperdício de Água - Diretrizes. Brasília, DF. 2003.

RAINDROPS. Aproveitamento de água da chuva. Curitiba, PR: Torre de Papel, 2002.

REBOUÇAS, A. C. Água na Região Nordeste: desperdício e escassez. Estudos Avançados, USP 11 (29), p 127 – 154. 1997.

REBOUÇAS, BRAGA & TUNDISI. Águas Doces no Brasil: Capital Ecológico, Uso e Conservação. 3<sup>a</sup> ed. São Paulo, Escrituras, 2006.

Sabesp. Dicas e testes. Disponível em: <<http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaoId=184>>. Acesso em: 9 jan. 2020.

Sabesp. *Manual de gerenciamento para controladores de consumo de água*. São Paulo, 2009.

SETTI Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos / Arnaldo Augusto Setti, Jorge Enoch Furquim Werneck Lima, Adriana Goretti de Miranda Chaves, Isabella de Castro Pereira. 2a ed. – Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica, Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas, 2000.

SILVA et al. “**Avaliação de equipamentos economizadores como suporte ao gerenciamento urbano de água**”. Universidade de Pernambuco, Recife, PE, Brasil, 2017.

SILVA, P. S. S. “**Viabilidade Técnica de um sistema de aproveitamento de águas pluviais em uma unidade residencial multifamiliar**” in apresentação de trabalho de conclusão de curso, Delmiro Gouveia, 2017.

SOARES et al. “**Diagnóstico dos Indicadores de Consumo de Água em Escolas Públicas de Recife-PE**” . Periódico Eletrônico - Fórum Ambiental da Alta Paulista, v. 13, n. 1, 2017.

THOMAS, T. H.; MARTINSON, D. B. Roofwater Harvesting: A Handbook for Practitioners. Delft, Holanda: International Water and Sanitation Centre, 2007.

TSUTIYA, M. T. *Abastecimento de água*. 3. ed. São Paulo: Escola Politécnica da USP, 2006.

TUNDISI, J. G. “**Novas Perspectivas para a gestão de recursos hídricos**”, REVISTA USP, São Paulo, n.70, p. 24-35, junho/agosto 2006.

Usos Consuntivos da água no Brasil (1931-2030). Disponível em: <<https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiNmFhMjA4NmQtY2Y4Yy00OWE4LTkyNzEtOTk2MTY4MTQzMjIiIiwidCI6ImUwYmI0MDEyLTgxMGItNDY5YS04YjRkLTY2N2ZjZDFiYWY4OCJ9>>. Acesso em: 11 dez. 2019.