

## **Monografia**

### **USO CONSCIENTE DA ÁGUA**

Autor: Marcelo Furtado Senra  
Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Paula Bamberg

Belo Horizonte  
Dezembro/2016

Marcelo Furtado Senra

## **USO CONSCIENTE DA ÁGUA**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização  
em Construção Civil da Escola de Engenharia da  
Universidade Federal de Minas Gerais.  
Ênfase: Gestão e avaliações das construções

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Paula Bamberg

Belo Horizonte  
Escola de Engenharia da UFMG

2016

A Deus.

A minha Mãe Aparecida Furtado e a meu Pai Alexander Senra, razão de minha existência.

A minha irmã Marina Senra.

A minha avó Nilza Fernandes.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus pela oportunidade.

A meus amados pais, que sem vocês eu não teria chegado onde estou.

A família pelo apoio e carinho.

A minha namorada, Gabriela pelo amor e companheirismo.

Aos professores titulares e convidados pelos ensinamentos transmitidos e experiências compartilhadas.

Agradeço a todas as amizades adquiridas nessa caminhada.

A Ariela, Ivonete, Gilmar e demais da secretaria da especialização em construção civil.

A UFMG, e professores das disciplinas eletivas de mestrado cursadas.

Em quem direta e indiretamente participou desta conquista.

“A menos que modifiquemos à nossa maneira de pensar, não seremos capazes de resolver os problemas causados pela forma como nos acostumamos a ver o mundo”.

Albert Einstein

“Caminhar apesar da distância;  
Vencer apesar dos obstáculos;  
Sonhar apesar das decepções;  
Sorrir apesar das angústias;  
Acreditar acima de tudo. ”

Desconhecido

“Feliz aquele que transfere o que sabe e aprende o que ensina. ”

Cora Coralina

## RESUMO

Este estudo objetivou estudar e compreender as estratégias do uso consciente da água, bem como abordar técnicas com o aproveitamento de água de chuva e reuso de águas cinza para atividades que não seria necessário o uso de água potável e o uso de aparelhos hidrossanitários economizadores para então poder analisar como minimizar o desperdício de água. Para tanto foi utilizado para a coleta de dados a pesquisa bibliográfica, através do conteúdo levantado no referencial teórico sobre a gestão da água. A partir da análise da bibliografia pode-se perceber a importância de economizar o recurso finito água e destaca-se a facilidade de implantar o aproveitamento da água de chuva, o reuso de água cinza e a instalação de aparelhos hidrossanitários economizadores. O estudo limitou-se em verificar como a aplicação do uso de aparelhos hidrossanitários economizadores e técnicas com o aproveitamento de água de chuva e reuso água cinza influencia controlar o desperdício da água potável devido ao uso inconsciente das pessoas tendo como referência estudar as estratégias do uso consciente da água. A implantação de novas teorias e tecnologias referentes ao uso racional da água são evoluções na mudança de comportamento da sociedade e mostra-se como o principal desafio. Enfim, por meio do estudo realizado foi possível confirmar que é possível economizar água e diminuir o desperdício da água potável com o uso consciente da água. A água armazenada nos sistemas de aproveitamento de água de chuva e reuso de águas cinza são necessários efetuar o tratamento dessas águas e adequá-las aos padrões de qualidade compatíveis aos usos para os quais estas águas se destinarão. Economia de até 50% de água potável na utilização do aproveitamento da água de chuva em época chuvosa são resultados apresentados no presente trabalho.

**Palavras-chave:** Água; água de chuva; reuso; água cinza; aparelhos hidrossanitários economizadores.

## SUMÁRIO

|  |    |
|--|----|
| 1. INTRODUÇÃO .....  | 1  |
| 2. OBJETIVO .....  | 2  |
| 2.1. Objetivo Geral .....  | 2  |
| 2.2. Objetivos Específicos.....                                  | 2  |
| 3. A IMPORTÂNCIA DA ÁGUA.....                                    | 3  |
| 4. USO CONSCIENTE DA ÁGUA .....                                  | 12 |
| 5. APROVEITAMENTO DA ÁGUA DE CHUVA .....                         | 17 |
| 5.1 Aproveitamento da água de chuva na história.....             | 17 |
| 5.2 Aproveitamento da água de chuva para fins não potáveis ..... | 24 |
| 5.2.1 Captação da água de chuva .....                            | 25 |
| 5.2.2 Filtragem.....   | 25 |
| 5.2.3 Descarte da água de primeira chuva .....                   | 27 |
| 5.2.4 Armazenamento .....  | 28 |
| 5.2.5 Empresas especializadas .....                              | 29 |
| 5.2.6 Qualidade da água .....                                    | 33 |
| 6. REUSO DA ÁGUA CINZA PARA FINS NÃO POTÁVEIS .....              | 37 |
| 6.1 Qualidade da água .....                                      | 39 |
| 6.2 Empresa especializada.....                                   | 41 |
| 6.3 Caso de sucesso .....  | 43 |
| 7. APARELHOS ECONOMIZADORES .....                                | 45 |
| 7.1 Programa Setoriais da Qualidade.....                         | 46 |
| 7.2 Aparelhos hidrossanitários apropriados .....                 | 49 |
| 8. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....                                    | 51 |
| 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....                              | 53 |

## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1 - Demanda global de água (cenário de referência 2000 e 2050). ..... | 8  |
| Figura 2 - Água potável na industrialização. ....                            | 9  |
| Figura 3 - Estação de tratamento de água (ETA). ....                         | 10 |
| Figura 4 - Pedra Moabita (830 a.C.) .....                                    | 17 |
| Figura 5 - Palácio de Knossos (2000 a.C.) .....                              | 18 |
| Figura 6 - Aproveitamento de água de chuva do Palácio de Knossos .....       | 19 |
| Figura 7 - Fortaleza de Masada (100 a.C.) .....                              | 19 |
| Figura 8 - Reservatório subterrâneo na Fortaleza de Masada (100 a.C.) .....  | 20 |
| Figura 9 - Península de Iucatã, no México .....                              | 20 |
| Figura 10 - Aproveitamento de água de chuva pelos romanos .....              | 21 |
| Figura 11 - Reservatórios subterrâneos em Monturque, Roma. ....              | 22 |
| Figura 12 - Fortaleza dos Templários, Tomar, Portugal. ....                  | 23 |
| Figura 13 - Coleta da água de chuva pelo telhado. ....                       | 25 |
| Figura 14 - Cálculo da área do telhado. ....                                 | 25 |
| Figura 15 - Filtro da água de chuva. ....                                    | 26 |
| Figura 16 - Detalhe do filtro. ....  | 26 |
| Figura 17 - Separador da primeira água de chuva. ....                        | 28 |
| Figura 18 - Separador da primeira água de chuva. ....                        | 31 |
| Figura 19 - Mini cisterna. ....  | 32 |
| Figura 20 – Concepção do projeto em edifícios com reuso de água cinza. ....  | 39 |
| Figura 21 – Sistema Mizumo ETE. ....   | 42 |
| Figura 22 – Reservatórios em Israel. ....                                    | 43 |
| Figura 23 – Tel Aviv, Israel. ....   | 44 |
| Figura 24 – Leakfrog. ....   | 45 |



## LISTA DE TABELAS

|   |    |
|---|----|
| Tabela 1 – Produção hídrica do mundo por região.....                            | 5  |
| Tabela 2 – Produção hídrica da superfície da América do Sul.....                | 6  |
| Tabela 3 – Disponibilidade hídrica no Brasil por regiões .....                  | 6  |
| Tabela 4 – Regiões do Brasil com áreas em km <sup>2</sup> e população.....      | 6  |
| Tabela 5 – Consumo doméstico de água tratada no Reino Unido. ....               | 12 |
| Tabela 6 – Consumo doméstico de água tratada na Colômbia. ....                  | 12 |
| Tabela 7 – Consumo doméstico de água tratada na Suíça. ....                     | 13 |
| Tabela 8 – Consumo doméstico de água tratada na Dinamarca. ....                 | 13 |
| Tabela 9 – Consumo doméstico de água tratada nos Estados Unidos. ....           | 13 |
| Tabela 10 – Consumo doméstico de água tratada no Brasil. ....                   | 14 |
| Tabela 11 – Consumo doméstico de água tratada no Reino Unido. ....              | 35 |
| Tabela 12 – Frequências de manutenção. ....                                     | 35 |
| Tabela 13 – Código de cores dos efluentes. ....                                 | 37 |
| Tabela 14 – Parâmetros recomendados pela NBR 13969. ....                        | 40 |
| Tabela 15 – Características físico-químicas e microbiológicas de águas cinza. . | 41 |
| Tabela 16 – Classificação das empresas. ....                                    | 47 |
| Tabela 17 – Materiais, componentes do Programa Setorial da Qualidade. ....      | 48 |
| Tabela 18 – Equipamentos convencionais e economizadores. ....                   | 49 |

## LISTA DE GRÁFICOS

|   |   |
|---|---|
| Gráfico 1 – Projeção da população total Mundial.....                                      | 3 |
| Gráfico 2 – Projeção da população total do Brasil. ....                                   | 4 |
| Gráfico 3 – Volume de água no mundo .....   | 4 |
| Gráfico 4 – Volume de água doce no mundo .....  | 5 |
| Gráfico 5 – Uso de água por setor no Brasil (74.830 milhões m <sup>3</sup> ) em 2010..... | 9 |

## LISTA DE NOTAÇÕES, ABREVIATURAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ANA – Agência Nacional de Águas

ASFAMAS – Associação Brasileira dos Fabricantes de Materiais para Saneamento

AWWA – *American Water Works Association*

EPA – *Environmental Protection Agency*

ETA – Estação de tratamento de água

ETE – Estação de tratamento de esgoto

LEED – *Leadership in Energy and Environmental Design*

NBR – Norma Brasileira

ONU – Organização das Nações Unidas

PBQP-H – Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat

PSQs – Programa Setoriais da Qualidade

SAAE – Serviço Autônomo de Água e Esgoto

SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo

SIMAC – Sistema de Qualificação de Materiais, Componentes e Sistemas Construtivos

SINDUSCON – Sindicato da Indústria de Construção Civil

UNESCO – Organização das Nações Unidas para a educação, a ciência e a cultura

## LISTA DE SÍMBOLOS

a.C. – Antes de Cristo;  
BR – Brasil;  
cm – Centímetros;  
d.C. – Depois de Cristo;  
DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio;  
DQO – Demanda Química de Oxigênio;  
EUA – Estados Unidos da América;  
Kg – Quilograma;  
Km<sup>2</sup> – Quilômetros quadrados;  
Km<sup>3</sup> – Quilômetros cúbicos;  
Km<sup>3</sup>/ano – Quilômetros cúbicos por ano;  
l – Litro;  
l/hab. dia – Litros por habitante e por dia;  
l/s – Litro por segundo  
m – Metro;  
m<sup>2</sup> – Metro quadrado;  
m<sup>3</sup> – Metro cúbico;  
m<sup>3</sup>/s – Metro cúbico por segundo;  
ml – Mililitros;  
mm – Milímetros  
mm/ano – Milímetros por ano  
NTU – Unidade Nefelométrica de Turbidez;  
OMS – Organização Mundial de Saúde  
pH – Potencial hidrogeniônico;  
PT – Português;  
PVC – Policloreto de polivinila;  
R\$ – Reais;  
US\$ – Dólar americano;  
UT – Unidade de Turbidez;  
% – Porcentagem.

# 1. INTRODUÇÃO

Devido à dificuldade de controlar o desperdício da água potável consequente do uso inconsciente das pessoas, essa pesquisa se justifica através da aplicação das estratégias do uso consciente da água, em contribuição para o seu público alvo os ganhos em economizar água em edificações, utilizando a gestão da água.

Portanto, buscou-se reunir dados/informações com o propósito de responder ao seguinte problema de pesquisa: como a aplicação do uso de aparelhos hidrossanitários apropriados e técnicas com o aproveitamento de água de chuva e reuso da água cinza influencia no controle do desperdício da água potável devido ao uso inconsciente das pessoas?

Esta pesquisa delimitou-se em colher informações sobre como o aproveitamento de água de chuva, o reuso água cinza e uso de aparelhos economizadores (estratégias do uso consciente da água) influencia no controle do desperdício da água.

O aproveitamento de água de chuva não pode receber o termo reuso de água de chuva e nem ser chamado de reaproveitamento. O termo reuso é usado somente para água que já foi utilizada pelo homem em lavagem de mãos, bacia sanitária, lavagem de roupas, banhos, etc., segundo (TOMAZ, 2007).

Ainda complementa (TOMAZ, 2007), reaproveitamento é semelhante ao reuso, significando que a água de chuva já foi utilizada e, portanto, não está correto utilizar a nomenclatura reaproveitamento de água de chuva.

## **2. OBJETIVO**

### **2.1. Objetivo Geral**

- Estudar as estratégias do uso consciente da água.

### **2.2. Objetivos Específicos**

- Abordar maneiras de economizar água em edificações com o uso de aparelhos hidrossanitários apropriados;
- Abordar técnicas com o aproveitamento de água de chuva em atividades para as quais não seria necessário o uso de água potável;
- Abordar técnicas com o reuso águas cinza para atividades que não seria necessário o uso de água potável.

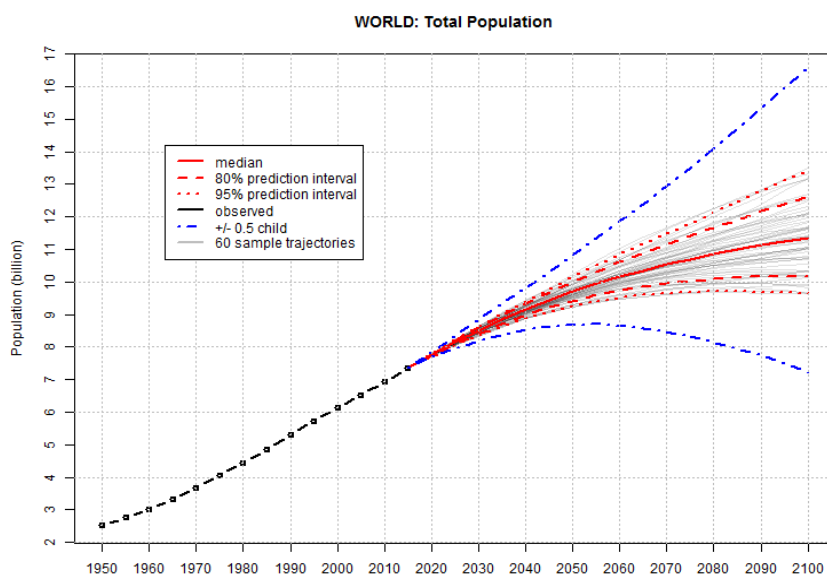
### 3. A IMPORTÂNCIA DA ÁGUA

A vida do nosso planeta necessita da água disponível na natureza. No entanto, o volume disponível de água potável para consumo tem se tornado cada vez mais escasso. A taxa de habitantes no mundo está crescente e juntamente às necessidades vitais e higiênicas das pessoas tem que suprir esta demanda, esse é o ponto em que a água está envolvida nas principais atividades dos seres humanos.

Segundo Lima (2010), caso se mantenha a taxa de crescimento da população mundial, em 1,6% ao ano, e o consumo per capita se mantiver, o planeta terá cinquenta anos garantidos e a partir daí a demanda será maior que a oferta.

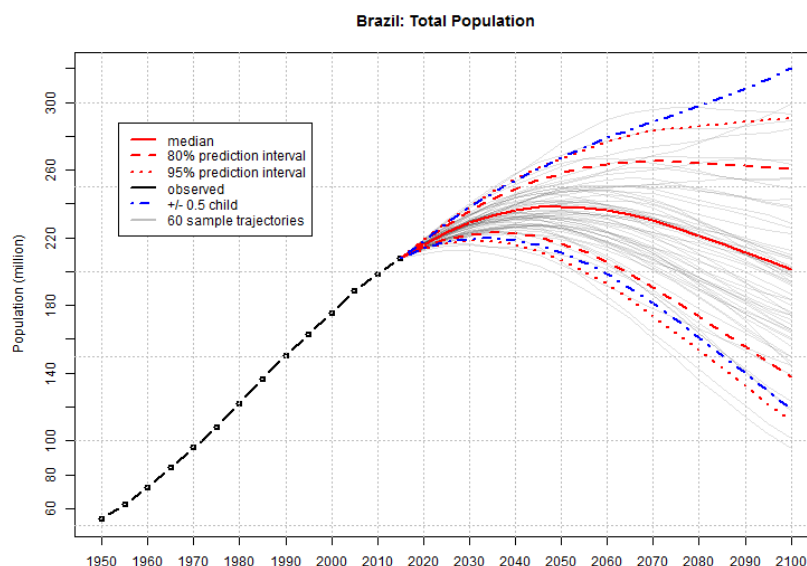
Ao analisar os gráficos 1 e 2, segundo a (ONU, 2015) de projeção populacional nos próximos anos para o Brasil e o mundo, é notável que a demanda de água para necessidades das pessoas terá que ser atendida, o que pode comprometer o sistema nos próximos anos.

Gráfico 1 – Projeção da população total Mundial.



Fonte: ONU, 2015.

Gráfico 2 – Projeção da população total do Brasil.



Fonte: ONU, 2015.

Segundo (SHIKLOMANOV, 1998, p.4), existe cerca de 1,386 milhões de Km<sup>3</sup> de água no planeta Terra, sob as formas líquida e congelada, sendo que 97,5% do volume total são águas salgadas que estão nos oceanos, e 2,5% são águas doces que estão nos lagos, rios, geleiras e no subsolo. Dos 2,5% de água doce existente, 68,9% estão na forma de calotas polares, 29,9% são águas subterrâneas, 0,9% são água de pântanos e 0,3% águas doces de rios e lagos, de onde o homem retira a maior parte para atendimento de sua demanda. Conforme mostra os gráficos 3 e 4.

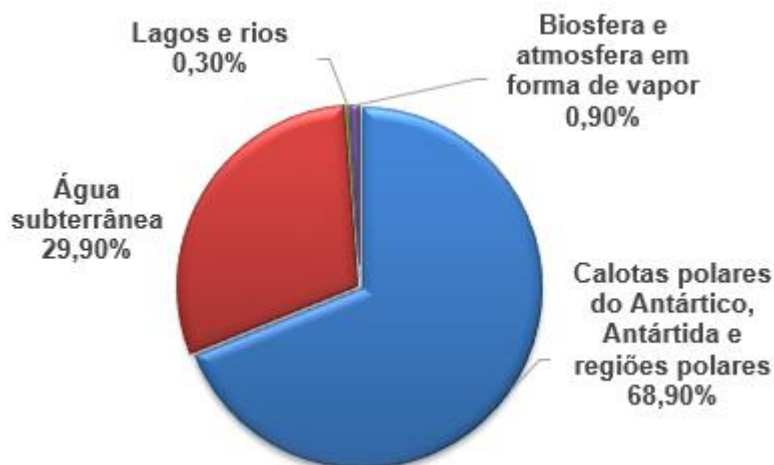
Gráfico 3 – Volume de água no mundo



Fonte: SHIKLOMANOV, 1998, p.4 – adaptado pelo autor.



Gráfico 4 – Volume de água doce no mundo



Fonte: SHIKLOMANOV, 1998, p.4 – adaptado pelo autor.

Da água doce disponível no mundo, a América do Sul corresponde a 23,1%, a segunda região do mundo em vazão média perdendo somente para a Ásia com 31,6% conforme tabela 1.

Tabela 1 – Produção hídrica do mundo por região

| Regiões do mundo     | Vazão média (m <sup>3</sup> /s) | Porcentagem   |
|----------------------|---------------------------------|---------------|
| Ásia                 | 458.000                         | 31,6%         |
| América do Sul       | 334.000                         | 23,1%         |
| América do Norte     | 260.000                         | 18,0%         |
| África               | 145.000                         | 10,0%         |
| Europa               | 102.000                         | 7,0%          |
| Antártida            | 73.000                          | 5,0%          |
| Oceania              | 65.000                          | 4,5%          |
| Austrália e Tasmânia | 11.000                          | 0,8%          |
| <b>Total</b>         | <b>1.448.000</b>                | <b>100,0%</b> |

Fonte: Tomaz, 2005, p.20.

A produção hídrica terrestre do mundo, por região, em metro cúbico por segundo e em porcentagem está na tabela 2.

Na América do Sul, o Brasil apresenta vazão média de 177.900 m<sup>3</sup>/s (53%) enquanto toda a América do Sul apresenta vazão média de 334.000 m<sup>3</sup>/s. Em

relação ao mundo, o Brasil tem 12% da produção hídrica de superfície (TOMAZ, 2005).

Tabela 2 – Produção hídrica da superfície da América do Sul

| <b>América do Sul</b> | <b>Vazão média<br/>(m<sup>3</sup>/s)</b> | <b>Porcentagem</b> |
|-----------------------|--|--------------------|
| <b>Brasil</b>         | 177.900                                  | 53,3%              |
| <b>Outros países</b>  | 156.100                                  | 46,7%              |
| <b>Total</b>          | 334.000                                  | 100,0%             |

Fonte: Tomaz, 2005, p.21.

A disponibilidade hídrica do Brasil, por regiões, está na tabela 3.

Tabela 3 – Disponibilidade hídrica no Brasil por regiões

| <b>Regiões do Brasil</b> | <b>Vazão (km<sup>3</sup>/ano)</b> | <b>Porcentagem</b> |
|--------------------------|-----------------------------------|--------------------|
| <b>Norte</b>             | 3.845,5                           | 68,5%              |
| <b>Nordeste</b>          | 186,2                             | 3,3%               |
| <b>Sudeste</b>           | 334,2                             | 6,0%               |
| <b>Sul</b>               | 365,4                             | 6,5%               |
| <b>Centro-Oeste</b>      | 878,7                             | 15,7%              |
| <b>Total</b>             | 5.610,0                           | 100,0%             |

Fonte: Tomaz, 2005, p.21.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, a área em km<sup>2</sup> e a população do Brasil, no ano 2010 está na tabela 4.

Tabela 4 – Regiões do Brasil com áreas em km<sup>2</sup> e população

| <b>Regiões do Brasil</b> | <b>Área (km<sup>2</sup>)</b> | <b>População 2010</b> | <b>Porcentagem da<br/>população</b> |
|--------------------------|------------------------------|-----------------------|-------------------------------------|
| <b>Norte</b>             | 3.869.637                    | 15.864.454            | 8,3%                                |
| <b>Nordeste</b>          | 1.561.177                    | 53.081.950            | 27,8%                               |
| <b>Sudeste</b>           | 927.286                      | 80.364.410            | 42,1%                               |
| <b>Sul</b>               | 577.214                      | 27.386.891            | 14,4%                               |
| <b>Centro-Oeste</b>      | 1.612.077                    | 14.058.094            | 7,4%                                |
| <b>Total</b>             | 8.547.391                    | 190.755.799           | 100,0%                              |

Fonte: IBGE, 2010, p.21.

Na tabela 4 pode-se notar que a região Norte tem 68,5% da água de todo o Brasil, embora a população seja relativamente pequena 8,3% da população do país.

Há, portanto, um desequilíbrio entre oferta e necessidade. Observe-se, também, que a região Sudeste possui maior população e o problema é acentuado pela poluição dos rios, em consequência da atividade industrial, utilização dos insumos agrícolas, poluentes e despejos urbanos. A água é um recurso finito e praticamente constante nestes últimos 500 milhões de anos. (TOMAZ, 2005)

O autor mostra que áreas menos populosas recebem de forma irregular e desproporcional vazões de água do que em regiões mais habitadas, como por exemplo o Sudeste, onde está localizado 42,1% da população brasileira e as atividades de produção.

Por suas características climáticas, com o predomínio dos climas equatorial e tropical, o Brasil recebe um significativo volume de chuva por ano, que varia de 3.000mm na Amazônia e 1.300mm no centro do país. No sertão nordestino este índice varia entre 250mm/ano a 600mm/ano, como mostra o autor (TOMAZ, 2005).

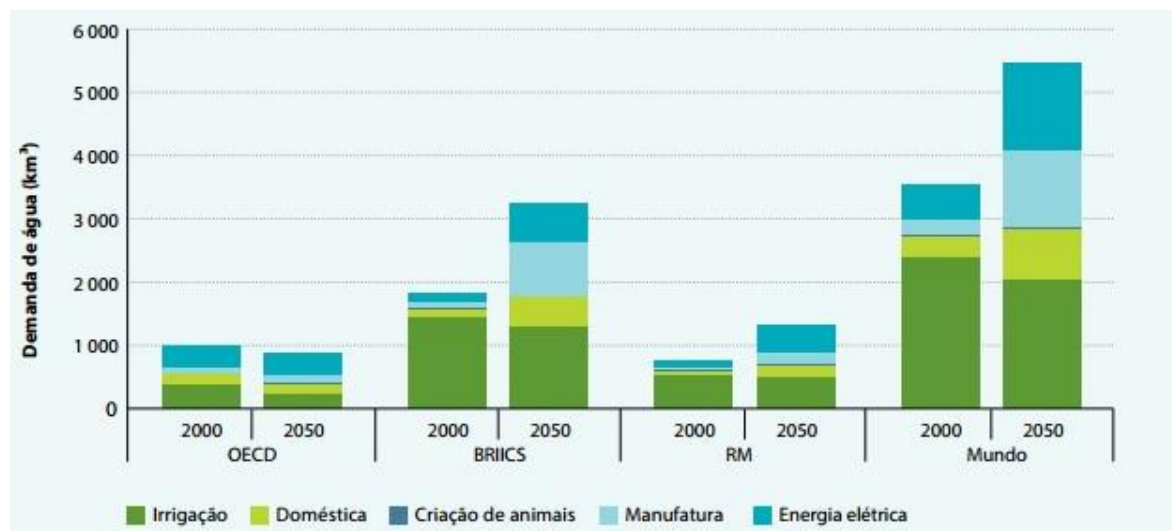
Fraquezas que contribuem com a falta de água é a irregularidade das precipitações, poluição e erosão de nascentes, desperdício, desmatamento, perda na tubulação principalmente de água tratada por vazamentos, pela quebra da tubulação ou furtos de água.

O uso doméstico consome grande parte dos recursos hídricos, porém não é o maior, ficando atrás da agricultura, como mostra a figura 1. E na figura 2, como a água potável está presente na indústria.

Os BRICS (Brasil, Rússia, Índia, Indonésia, China, África do Sul), compartilham de uma situação econômica com índices de desenvolvimento e situações econômicas parecidas e tem agricultura como uma das principais atividades são os que mais necessitam da demanda de água.

A OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico), é o bloco econômico com 34 países (Alemanha, Espanha, EUA, Suíça, Itália, França, Austrália, etc.) todos desenvolvidos, possuem uma demanda maior que o RM (resto do mundo), porém em 2050 inverterá essa posição.

Figura 1 - Demanda global de água (cenário de referência 2000 e 2050).

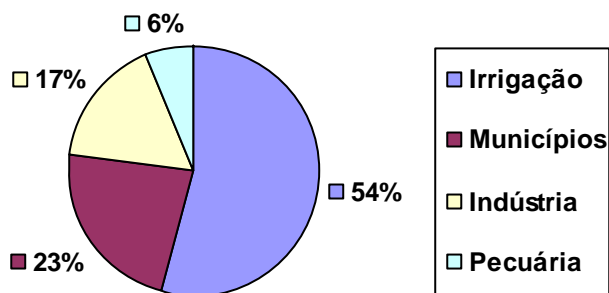


Fonte: WWAP, 2015, p.35.

Em 2010 a retirada total de água foi estimado em 74.830 milhões m<sup>3</sup> dos quais 40.050 milhões de m<sup>3</sup> (54 por cento) para a irrigação, 4.850 milhões m<sup>3</sup> (6 por cento) para o gado, 17.210 milhões m<sup>3</sup> (23 por cento) para os municípios e 12.720 milhões m<sup>3</sup> (17 por cento) para as indústrias (ANA, 2012) Gráfico 5. Em 2006 e 2000 a retirada total de água foi estimado em 58.074 milhões m<sup>3</sup> e 50.205 milhões de m<sup>3</sup>, respectivamente (ANA, 2009). Em 1996, a retirada agrícola representou 61 por cento da retirada total, os municípios de 21 por cento e 18 por cento da indústria. (FAO, 2016)

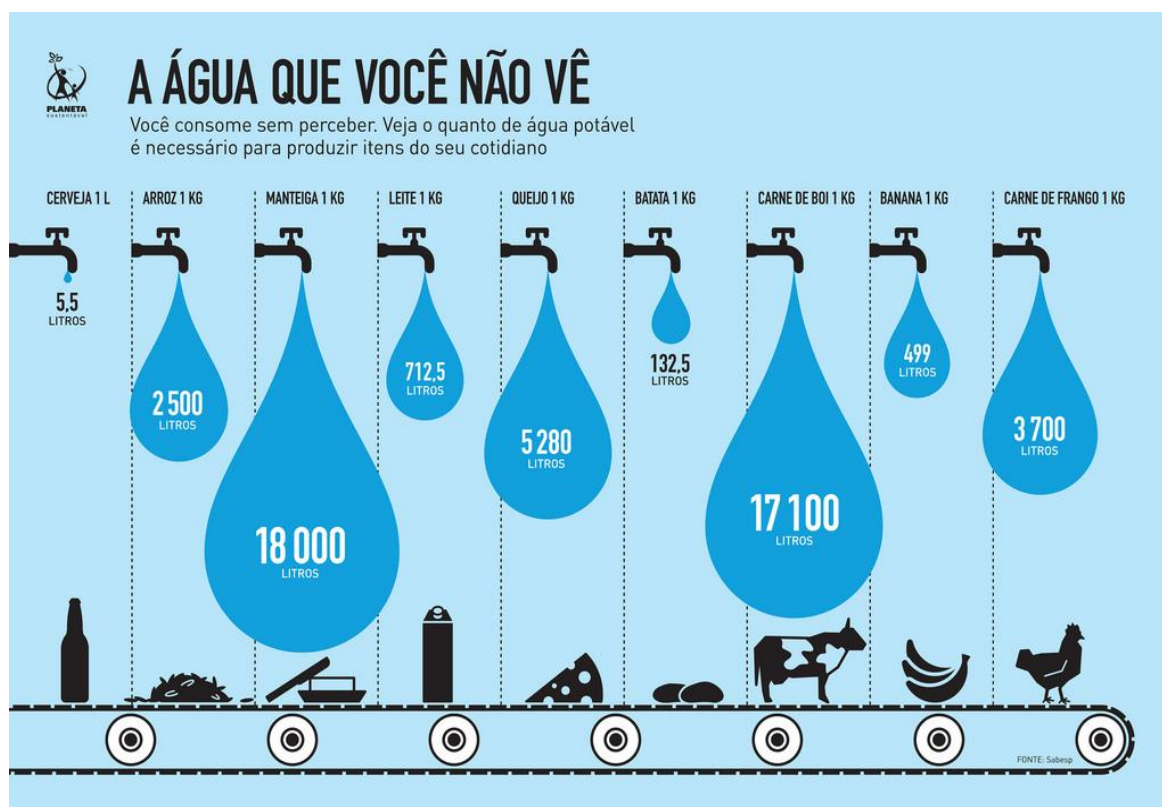
Considerando que 2.500 m<sup>3</sup> é equivalente a 1 piscina olímpica (50x25x2m), na irrigação foram utilizadas 16.020 piscinas olímpicas, os municípios 6.884 piscinas olímpicas, seguindo das indústrias 5.088 piscinas olímpicas e a pecuária 1.940 piscinas olímpicas. No ano de 2006 teve um aumento de 3147,6 piscinas olímpicas para o ano de 2000. E de 2010 um aumento de 6702,4 piscinas olímpicas para o ano de 2006.

Gráfico 5 – Uso de água por setor no Brasil (74.830 milhões m<sup>3</sup>) em 2010.



Fonte: FAO, 2016.

Figura 2 - Água potável na industrialização.



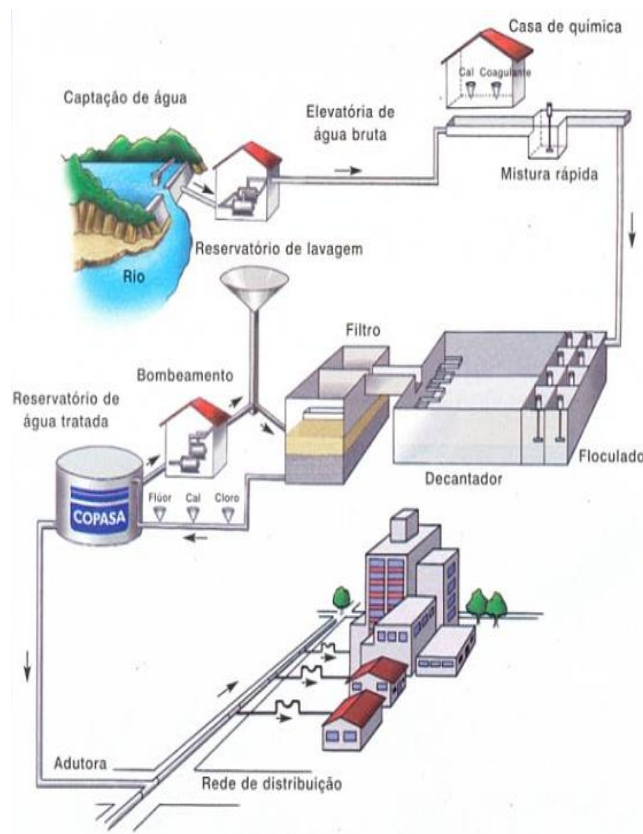
Vejam os que para a produção de 1 kg de manteiga, gasta-se 18.000 litros de água potável. A carne bovina, para produção também de 1 kg, seria necessária

17.100 litros de água. Já para produzir 1 litro de cerveja, seria necessários 5,5 litros de água.

Além de preocupar com a economia de água, é necessário saber se o alimento que consome tem preocupação ambiental com o uso de água potável na produção.

Para que possamos utilizar produtos de limpeza, cozer alimentos, realizar a assepsia, dentre outras ações que utilizem água de forma tranquila, a água destinada ao consumo humano deve preencher condições mínimas para que possa ser ingerida ou utilizada para fins higiênicos, o que se consegue através dos processos de uma estação de tratamento, segundo (SAAE, 2012). Como mostra a figura 3, as etapas de uma estação de tratamento de água.

Figura 3 - Estação de tratamento de água (ETA).



Fonte: COPASA, 2016.

Como mostra a figura, de onde é a captação, por gradeamento é feita a retenção de sujeiras mais grosseiras, passando por uma pré-cloração para matar microrganismos, seguido pelo processo de coagulação, onde o sulfato de alumínio que é adicionado para desestabilizar a sujeira e logo em seguida na floculação une-se com a turbulência gerada por válvulas, passando pelo próximo processo que é a decantação, onde pelo peso dos flocos maiores ficam decantados, sendo filtrado a água passando por filtros verticais formados por diversas camadas, e por fim o tratamento final com a adição de cloro, cal e flúor.

O que importa, portanto, é modificar o pensamento e a educação das pessoas para que implantação de novas técnicas e tecnologias referentes ao uso consciente da água, torne-se mais cotidiano. Essa, porém, é uma tarefa que o presente trabalho a aplicação do uso de aparelhos hidrossanitários apropriados e técnicas com o aproveitamento de água de chuva e reuso da água cinza para atividades que não seria necessário o uso de água potável como solução controlar o desperdício da água potável devido ao uso inconsciente das pessoas, com uso de estratégias do uso consciente da água.

Faz-se necessário o uso racional da água a fim de evitar desperdícios, reduzindo o consumo com o auxílio de uso de aparelhos hidrossanitários apropriados e técnicas com o aproveitamento da água de chuva e reuso de água cinza para atividades que não seria necessário o uso de água potável.

As medidas referentes ao uso racional da água são evoluções obtidas a partir da implantação de novas teorias e tecnologias que resultem em uma mudança de comportamento da sociedade, promovendo um uso sustentável da água. Já os incentivos são feitos por meio de campanhas, informações, educação pública, tarifas e regras que motivem os usuários a adotar medidas conscientes. (Montibeller & Schmidt, 2004 *apud* Marinovski, 2007, p.10).

O autor deixa claro na citação acima que para a implantação de novas teorias e tecnologias referentes ao uso racional da água são evoluções na mudança de comportamento da sociedade, ou seja, uma educação e uma colaboração do ser humano com o meio ambiente promovendo um uso sustentável da água e contribuindo com as próximas gerações.

## 4. USO CONSCIENTE DA ÁGUA

Uso consciente da água são medidas de como pode-se chegar a uma gestão da água evitando desperdícios e reaproveitando de forma eficiente e eficaz. Com isso faz-se ampliar nossos conhecimentos no referido tema, partindo do princípio de analisar todo processo da água, desde a captação até o descarte, além de pontuar os principais usos na edificação, levantar desperdícios pelos usuários e abordar maneiras de aproveitar e reutilizar a água.

Na edificação, existem estudos que vêm sendo desenvolvidos levantando os consumos mais importantes de água tratada, principalmente no setor residencial em diversos lugares do mundo. Como é demonstrado nas tabelas 5 a 10.

Tabela 5 – Consumo doméstico de água tratada no Reino Unido.

| Ponto de Consumo     | Uso final |
|----------------------|-----------|
| Vaso Sanitário*      | 37%       |
| Banhos e Lavatório   | 37%       |
| Lavagem de Louças    | 11%       |
| Lavagem de Roupas*   | 11%       |
| Preparação Alimentos | 4%        |
| Total                | 100%      |
| *Total não Potável   | 48%       |

Fonte: SABESP, 2007 *apud* Marinoski, 2007, p.14.

Tabela 6 – Consumo doméstico de água tratada na Colômbia.

| Ponto de Consumo        | Uso Final |
|-------------------------|-----------|
| Ducha                   | 30%       |
| Vaso Sanitário*         | 40%       |
| Limpeza*                | 15%       |
| Cozinha                 | 5%        |
| Lavagem de Louças/ mãos | 10%       |
| Total                   | 100%      |
| *Total não Potável      | 55%       |

Fonte: SABESP, 2007 *apud* Marinoski, 2007, p.15.



Tabela 7 – Consumo doméstico de água tratada na Suíça.

| Ponto de Consumo      | Uso Final |
|-----------------------|-----------|
| Vaso Sanitário*       | 40%       |
| Banhos                | 37%       |
| Bebidas               | 5%        |
| Cozinhas              | 6%        |
| Lavagem de Roupas*    | 4%        |
| Limpeza de Piso       | 3%        |
| Jardins               | 3%        |
| Lavagem de Automóveis | 1%        |
| Outros                | 1%        |
| Total                 | 100%      |
| *Total não Potável    | 52%       |

Fonte: SABESP, 2007 *apud* Marinoski, 2007, p.15.

Tabela 8 – Consumo doméstico de água tratada na Dinamarca.

| Ponto de Consumo            | Uso Final |
|-----------------------------|-----------|
| Alimentação                 | 5%        |
| Banhos                      | 20%       |
| Higiene Pessoal             | 10%       |
| Vaso Sanitário*             | 20%       |
| Lavagem de Roupas*          | 15%       |
| Lavagem de Louças           | 20%       |
| Lavagem de carros, jardins* | 10%       |
| Total                       | 100%      |
| *Total não Potável          | 45%       |

Fonte: SABESP, 2007 *apud* Marinoski, 2007, p.14.

Tabela 9 – Consumo doméstico de água tratada nos Estados Unidos.

| Ponto de Consumo        | Uso Final |
|-------------------------|-----------|
| Vaso Sanitário*         | 27%       |
| Banhos                  | 17%       |
| Máquina de Lavar Roupa* | 22%       |
| Máquina de Lavar Louça  | 2%        |
| Vazamentos              | 14%       |
| Torneiras               | 16%       |
| Outros                  | 2%        |
| Total                   | 100%      |
| *Total não Potável      | 49%       |

Fonte: SABESP, 2007 *apud* Marinoski, 2007, p.14.

Tabela 10 – Consumo doméstico de água tratada no Brasil.

| Ponto de Consumo          | Uso Final   |
|---------------------------|-------------|
| Chuveiro                  | 37%         |
| Bacia sanitária*          | 22%         |
| Pia de cozinha            | 18%         |
| Lavadora de roupas*       | 9%          |
| Lavatório                 | 7%          |
| Tanque                    | 4%          |
| Pia externa               | 3%          |
| <b>Total</b>              | <b>100%</b> |
| <b>*Total não Potável</b> | <b>31%</b>  |

Fonte: Hafner, 2007 *apud* Machado, Santos, 2008 - adaptado pelo autor.

As variações de consumo de água verificadas nestes países para os mesmos aparelhos sanitários ocorrem principalmente devido às diferentes condições climáticas, aspectos sociais, econômicos e culturais (MARINOSKI, 2007). Porém, verifica-se que o percentual de água tratada utilizada em fins não potáveis varia entre 31 e 55%.

Segundo o (Ministério das Cidades, 2016), o levantamento revelou que o consumo médio per capita de água no país foi de 162 litros por habitante ao dia, uma queda de 2,6% em relação a 2013. A população do Nordeste consumiu em média 118,9 litros, enquanto que no Sudeste foi de 187,9 litros. Por sua vez, ao distribuir água para garantir tal consumo, as redes sofreram perdas na distribuição, que na média nacional alcançaram 36,7%, mantendo-se praticamente no mesmo patamar de 2012 e 2013.

A Organização das Nações Unidas (ONU) recomenda a média de 110 l/dia por habitante. Isso mostra que o consumo do Brasil se encontra acima da média recomendada pela ONU.

Evitar o desperdício de recursos naturais, a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP) orienta que cada um faça sua parte, economizando além de água, dinheiro. Veja algumas dicas valiosas:

- Uma torneira gotejando chega a desperdiçar 46 litros de água por dia, o que representa 1.380 litros por mês;

- O banho deve ser rápido. Uma ducha por 15 minutos, com o registro meio aberto, consome 135 litros de água. Com chuveiro elétrico, em 15 minutos com o registro meio aberto, são gastos 45 litros na residência. A dica é não ficar com o chuveiro aberto o tempo todo, tentando reduzir o uso de água para cinco minutos;
- O mesmo vale para a escovação de dente. Cinco minutos com a torneira não muito aberta, gasta 12 litros de água. A dica é molhar a escova e fechar a torneira enquanto se escova os dentes, economizando mais de 11,5 litros de água.

A American Water Works Association – AWWA em 31 de janeiro de 1993, definiu a conservação da água como a prática, tecnologias e incentivos que aperfeiçoam a eficiência do uso da água.

Um programa de conservação da água constitui-se de medidas e incentivos.

Medidas são as tecnologias e mudanças de comportamento, chamada de práticas, que resultam no uso mais eficiente da água.

Incentivos de conservação da água são a educação pública, a estrutura tarifária, e os regulamentos que motivam o consumidor a adotar as medidas específicas. (VICKERS, 2001)

Segundo (TOMAZ, 2005), o aumento da eficiência do uso da água irá liberar os suprimentos de água para outros usos, tais como o crescimento da população, o estabelecimento de novas indústrias e a melhora do meio ambiente.

Para (OLIVEIRA e GONÇALVES, 1999, p. 2), a redução volumes utilizados e de desperdícios de água, ou seja, de consumo de água em edifícios pode-se implementar as seguintes ações:

- **Ações econômicas** – incentivos e desincentivos econômicos. Os incentivos podem ser propostos por meio de subsídios para a aquisição de sistemas e componentes economizadores de água e de redução de tarifas. Os desincentivos podem ser implementados elevando-se as tarifas de água;
- **Ações sociais** – campanhas educativas e de conscientização dos usuários implicando a redução de consumo através da adequação de procedimentos relativos ao uso da água e da mudança de comportamento individual;
- **Ações tecnológicas** – substituição de sistemas e componentes convencionais por economizadores de água, implantação de sistemas de medição setorizada do consumo de água, detecção e correção de vazamentos, reaproveitamento de água e de reciclagem de água servida.

As ações tecnológicas é o objetivo do trabalho em questão, pois as ações econômicas e sociais ficam em responsabilidade das autoridades públicas e das companhias de fornecimento e abastecimento público de água.

Segundo (OLIVEIRA e GONÇALVES, 1999, p. 2), das ações tecnológicas, as mais acessíveis aos usuários é a substituição de componentes convencionais por economizadores de água e o controle de desperdícios. No que diz respeito a componentes, em sua grande maioria, a redução do consumo é alcançada independentemente da ação do usuário.

Além das ações tecnológicas sugerida na citação acima, os sistemas convencionais como aparelhos economizadores e o aproveitamento da água de chuva, o trabalho irá também abordar técnicas não convencionais como o reuso de água cinza para fins não potáveis.

## 5. APROVEITAMENTO DA ÁGUA DE CHUVA

### 5.1 Aproveitamento da água de chuva na história

O aproveitamento da água de chuva é tão antigo que não sabemos quando começou. Uma das inscrições mais antigas do mundo é a conhecida Pedra Moabita, encontrada no Oriente Médio, na antiga região de Moab perto de Israel, datada de 830 a.C. Nela, o rei Mesha dos Moabitas, sugere que seja feito um reservatório em cada casa para aproveitamento da água de chuva. Conforme mostra a figura 4.

Figura 4 - Pedra Moabita (830 a.C.)



Fonte: Tomaz, 2007.

A pedra é de basalto negro e tem a determinação gravada do rei Mesha para a cidade de Qarhoh “para que cada um de vós faça uma cisterna para si mesmo, na sua casa”.

Os motivos que levam à decisão para se utilizar água de chuva são basicamente os seguintes como mostra (TOMAZ, 2005):

- Conscientização e sensibilidade da necessidade da conservação da água;
- Região com disponibilidade hídrica menor que 1200 m<sup>3</sup>/habitante x ano;
- Elevadas tarifas de água das concessionárias públicas;
- Retorno dos investimentos (payback) muito rápido;
- Instabilidade do fornecimento de água pública;
- Exigência de lei específica;
- Locais onde a estiagem é maior que 5 meses;
- Locais ou regiões onde o índice de aridez seja menor ou igual a 0,50.

No palácio de Knossos na ilha de Creta, aproximadamente em 2000 a.C., era aproveitada a água de chuva para descarga em bacias sanitárias (p. 100 The Rainwater Technology Handbook, 2001, Alemanha apud Tomaz, 2005, p. 25).

Figura 5 - Palácio de Knossos (2000 a.C.)



Fonte: Buff, 2012.

Figura 6 - Aproveitamento de água de chuva do Palácio de Knossos



Fonte: Renan, 2011.

Nesta região, são inúmeros os reservatórios escavados em rochas anteriores a 3000 a.C., que aproveitavam a água de chuva para consumo humano.

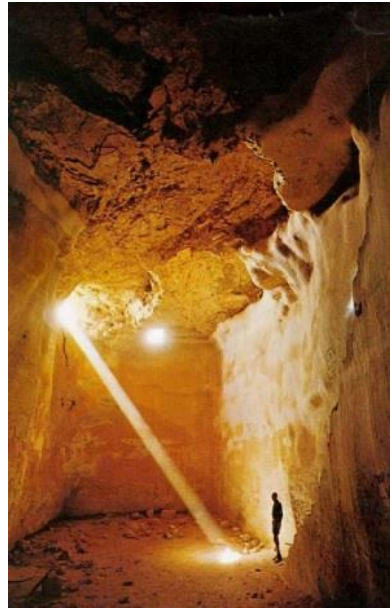
A famosa fortaleza de Masada, em Israel, tem dez reservatórios cavados nas rochas com capacidade total de 40 milhões de litros.

Figura 7 - Fortaleza de Masada (100 a.C.)



Fonte: Pitta, 2010.

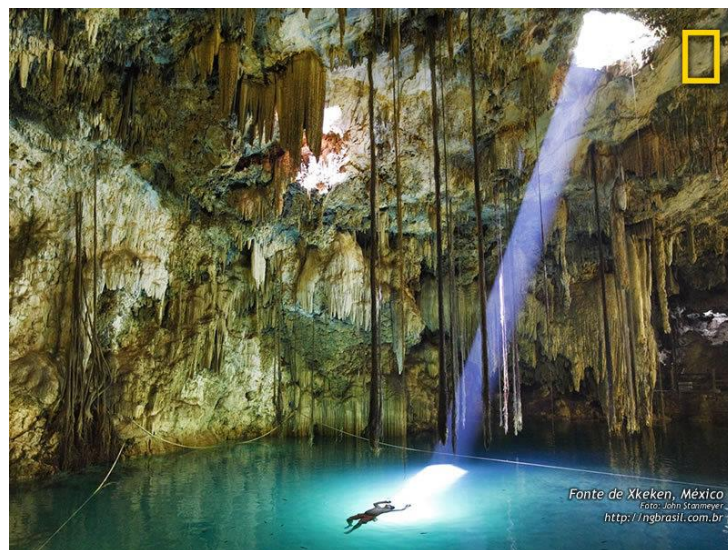
Figura 8 - Reservatório subterrâneo na Fortaleza de Masada (100 a.C.)



Fonte: Tomaz, 2007.

Na península de Iucatã, no México existem reservatórios que datam de antes da chegada de Cristóvão Colombo à América, e que estão ainda em uso.

Figura 9 - Península de Iucatã, no México

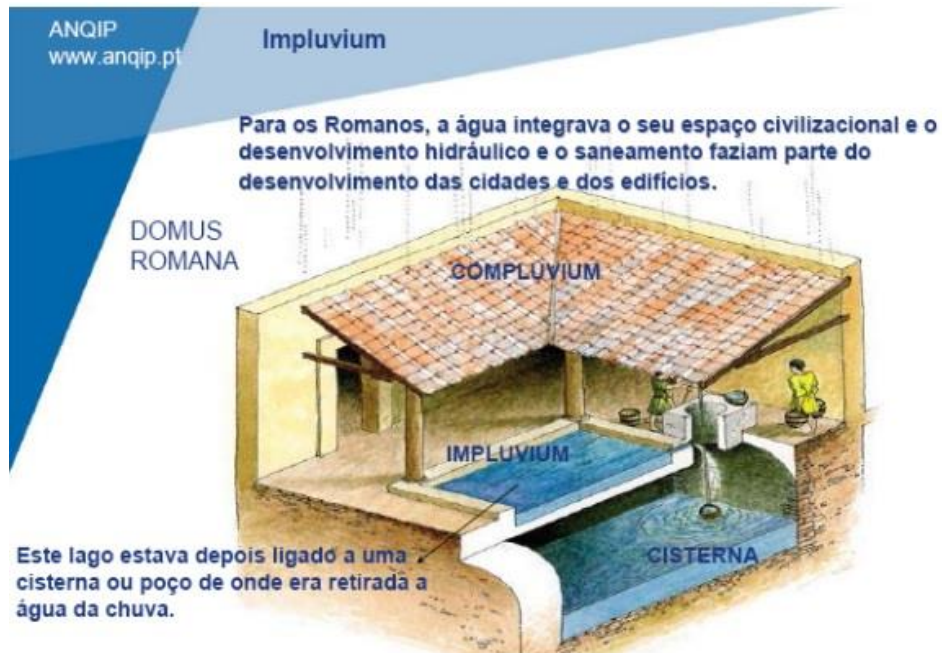


Fonte: Barros, 2011.



(Anaya-Garduño, 2001 *apud* Tomaz 2005, p.25) salientou o uso de água de chuva usados pelos Incas, Maias e Astecas.

Figura 10 - Aproveitamento de água de chuva pelos romanos



Fonte: Tomaz, 2007.

Há 2750 a.C., na Mesopotâmia, utilizavam-se de água de chuva. Foi descoberto em 1885, em Monturque, Roma, doze reservatórios subterrâneos com entrada superior. Cada unidade tinha largura de 3,08m, comprimento de 6,65m e altura de 4,83m que perfaziam 98,93m<sup>3</sup> cada perfazendo o volume total de 1.187m<sup>3</sup> e que era usado para abastecimento público.

Figura 11 - Reservatórios subterrâneos em Monturque, Roma.



Fonte: Nuesch, 2011.

A Environmental Protection Agency (EPA) – Serviço de Proteção Ambiental, aponta, nos Estados Unidos, a existência de mais de 200 mil reservatórios para aproveitamento de água de chuva. O volume dos reservatórios na Jordânia varia entre 35 mil litros e 200 mil litros. Em Jerusalém, existe reservatório com 2,7 milhões de litros.

Na Califórnia, são oferecidos financiamentos para a construção de captação de água de chuva, o mesmo acontecendo na Alemanha e Japão.

Em Hamburgo, na Alemanha, é concedido gratuitamente cerca de US\$ 1.500,00 a US\$ 2.000,00 a quem aproveitar a água de chuva, que também servirá para conter picos de enchentes.

Hamburgo foi o primeiro estado alemão a instalar sistemas de aproveitamento de águas de chuva iniciando em 1988, havendo até o ano 2000 aproximadamente 1500 sistemas privados de coleta de água de chuva funcionando durante sete anos (The Rainwater Technology Handbook, 2001, Alemanha apud Tomaz, 2005, p. 26).

Na Alemanha, o aproveitamento da água de chuva é destinado a irrigação (jardins), descarga de bacias sanitárias, máquinas de lavar roupa e uso comercial e industrial e vem sendo feito desde o ano de 1980. Sempre a água de chuva é usada para fins não-potáveis.

Embora no momento ainda não está sendo feito, acredita-se que no futuro o aproveitamento de água de chuva seja feito pelas companhias de água potável e por companhias privadas, para abastecimento de hotéis, complexos de apartamentos (p. 100 The Rainwater Technology Handbook, 2001, Alemanha apud Tomaz, 2005, p. 26).

A grande fortaleza e convento dos Templários, localizada na cidade de Tomar, Portugal, que teve início de construção em 1 de março de 1160, existe dois reservatórios para aproveitamento de água de chuva, sendo um com 215m<sup>3</sup> e outro com 145m<sup>3</sup>.

Figura 12 - Fortaleza dos Templários, Tomar, Portugal.



Fonte: Tomaz, 2007.

## 5.2 Aproveitamento da água de chuva para fins não potáveis

O aproveitamento da água de chuva é dividido em três etapas: coleta, filtragem e armazenamento. É um sistema fácil de ser instalado e existem estudos que o “payback”, ou seja, o retorno financeiro é rápido.

Outros estudos mostram que um sistema de aproveitamento de água de chuva pode ter uma economia de até 50% da água potável (URBANO, 2014).

O sistema de aproveitamento da água de chuva funciona da seguinte maneira: a água é coletada de áreas impermeáveis, normalmente telhados. Em seguida, é filtrada e armazenada em reservatório (s) de acumulação, que pode ser apoiado, enterrado ou elevado e ser construído de diferentes materiais como: concreto armado, blocos de concreto, alvenaria de tijolos, aço, plástico, poliéster, polietileno e outros, segundo (Leal, 2000 apud MAY, 2004).

Além disso, podem-se citar outras vantagens do aproveitamento de água de chuva (SIMIONI, 2004 apud MARINOSKI, 2007):

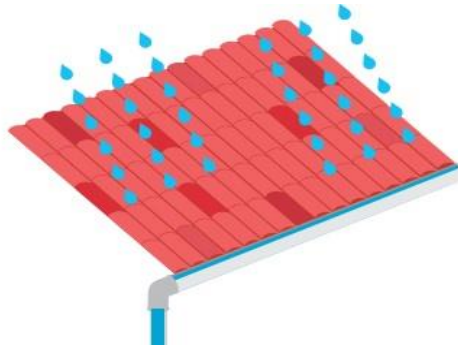
- Utiliza estruturas existentes na edificação (telhados, lajes e rampas);
- Baixo impacto ambiental;
- Água com qualidade aceitável para vários fins com pouco ou nenhum tratamento;
- Complementa o sistema convencional;
- Reserva de água para situações de emergência ou interrupção do abastecimento público.

A viabilidade da implantação de sistema de aproveitamento de água pluvial depende essencialmente dos seguintes fatores: precipitação, área de captação e demanda de água. Além disso, para projetar tal sistema devem-se levar em conta as condições ambientais locais, clima, fatores econômicos, finalidade e usos da água, buscando não uniformizar as soluções técnicas, segundo (MARINOSKI, 2007).

### 5.2.1 Captação da água de chuva

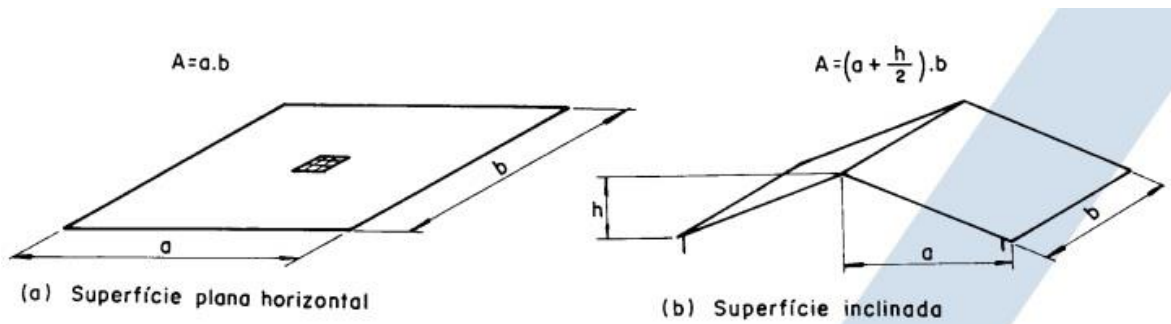
A coleta da água de chuva normalmente feita por área impermeáveis, principalmente telhados, como é mostrado nas figuras 13 e 14.

Figura 13 - Coleta da água de chuva pelo telhado.



Fonte: ZANELLA, 2015.

Figura 14 - Cálculo da área do telhado.

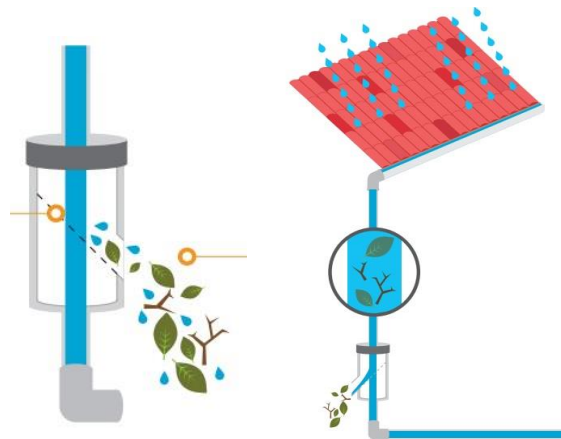


Fonte: ABNT NBR 10844, 1989.

### 5.2.2 Filtragem

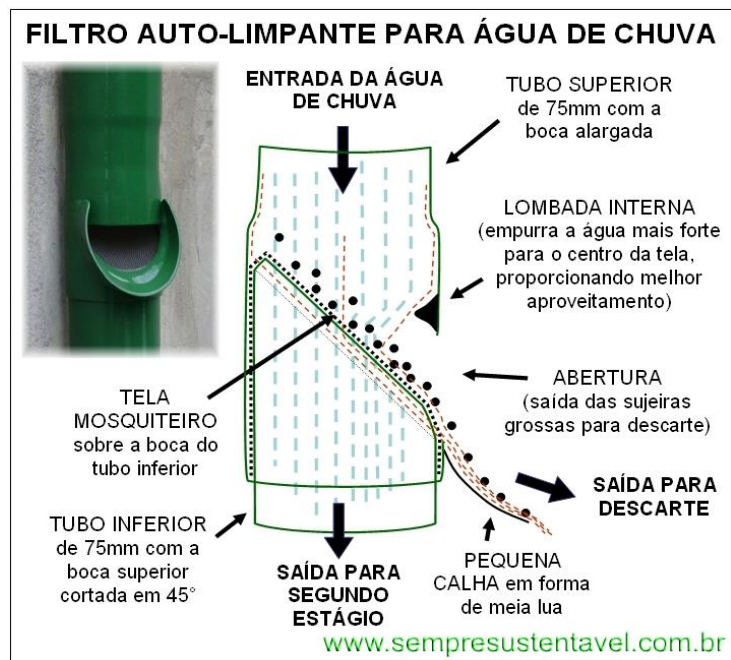
Sua função é remover os sólidos como folhas, galhos e insetos que podem estar no telhado. Essa etapa é fundamental para a qualidade da água armazenada.

Figura 15 - Filtro da água de chuva.



Fonte: Zanella, 2015.

Figura 16 - Detalhe do filtro.



Fonte: Urbano, 2014.

### *5.2.3 Descarte da água de primeira chuva*

O descarte da primeira água de chuva ou água de lavagem do telhado, faz-se necessário apesar da filtragem conseguir reter as partículas maiores, a água de chuva ainda traz consigo sujeira bem fina que consegue passar pela tela.

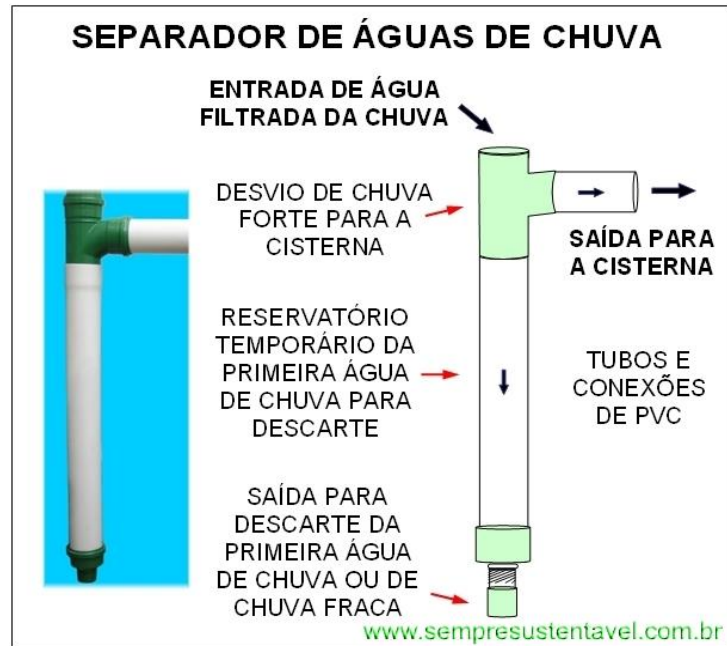
Segundo (ZANELLA, 2015), quanto mais tempo sem chuva, mais sujo será o primeiro volume de água. Depois de três dias de estiagem, sua qualidade já fica muito ruim, prejudicando toda a água armazenada. Portanto, é muito importante descartar a água de primeira chuva.

O volume de descarte da primeira água de chuva em geral, recomenda-se descartar o primeiro 1 milímetro (mm) de chuva. Porém, em grandes cidades, a quantidade de poluentes e poeira no ar é maior, aumentando também o volume de água a ser descartada. Por isso recomendamos o descarte de 2 mm de chuva. (ZANELLA, 2015)

Segundo (NBR 15527, 2007), quando utilizado, o dispositivo de descarte de água deve ser dimensionado pelo projetista. Na falta de dados, recomenda-se o descarte de 2 mm da precipitação inicial.

Veja na figura 17 os detalhes do sistema.

Figura 17 - Separador da primeira água de chuva.



Fonte: Urbano, 2014.

#### 5.2.4 Armazenamento

O reservatório para armazenar água de chuva é conhecido como cisterna, mas não é diferente daquele que você usa para guardar água da rede de abastecimento: caixas d'água, fabricadas conforme as normas técnicas brasileiras, são adequadas para armazenar qualquer água, inclusive de chuva. (ZANELLA, 2015)

Além de caixas d'água, usa-se concreto armado, blocos de concreto, alvenaria de tijolos, aço, plástico, poliéster, polietileno e outros (Leal, 2000 apud MAY, 2004).

Bombonas de polietileno de alta densidade são muito comuns no mercado de mini cisternas, comercializadas na internet por empresas especializadas.



Conforme (ZANELLA, 2015), um reservatório para armazenar água de chuva deve:

- Ser estanque, ou seja, não ter vazamentos;
- Ser resistente ao peso da água (quando cheio) e a pequenas quedas e impactos;
- Ter uma saída de fundo (torneira) para facilitar seu esvaziamento e limpeza;
- Ser feito de material que não solte substâncias da água, alterando a sua qualidade.
- Não use cloro de piscina ou produtos clorados mais fortes, como aqueles para limpar pedras.

A qualidade da água é fundamental, pois o estudo de doutorado da (MAY, 2008, p. 126-128), mostrou resultados da água pluvial coletada e o não atendimento aos parâmetros de qualidade da NBR 15527 e SINDUSCON, 2005, até que fossem adicionados hipocloritos de sódio na desinfecção da água pluvial, apresentando resultados excelentes na qualidade.

A higienização da água de chuva no reservatório diminui a presença de bactérias e a velocidade de degradação da água armazenada.

A água sanitária pode melhorar a qualidade biológica da água armazenada. Recomenda-se o uso de 10 ml (uma colher de sobremesa) de água sanitária para 100 L d'água. Porém, essa prática não garante a desinfecção total da água, ou seja, ela ainda terá microrganismos. O cloro age sobre a água por apenas 1 ou 2 dias. Se a água for estocada por mais tempo, a higienização deve ser repetida periodicamente. (ZANELLA, 2015)

### *5.2.5 Empresas especializadas*

Muitas empresas ensinam a produzir um sistema de aproveitamento de água de chuva ou até mesmo comercializam o sistema pronto. Como é o caso do site *sempre sustentável* que divulgam informações e ensinam a fazer uma mini

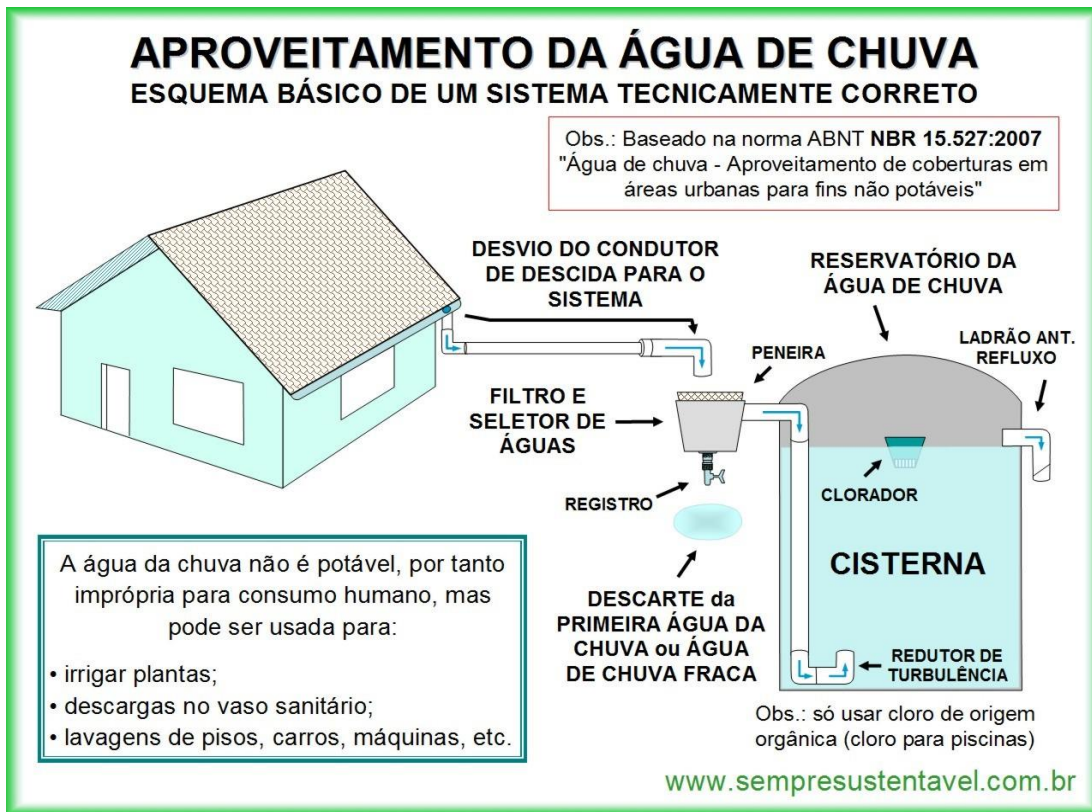
cisterna de baixo custo. Que segundo (URBANO, 2014), custaria entre R\$ 150,00 e R\$ 300,00.

Conforme (URBANO, 2014), os principais objetivos desse projeto são:

- Fazer com que toda casa urbana tenha, pelo menos, uma Mini cisterna;
- Usar a água para irrigações nos jardins. Assim, a água vai infiltrar na terra e irá para o lençol freático, preservando o seu ciclo natural;
- Usar a água para lavagens de pisos, carros, máquinas e nas descargas no vaso sanitário;
- Minimizar o escoamento do alto volume de água nas redes pluviais durante as chuvas fortes;
- Ser uma excelente ferramenta didática para as escolas.

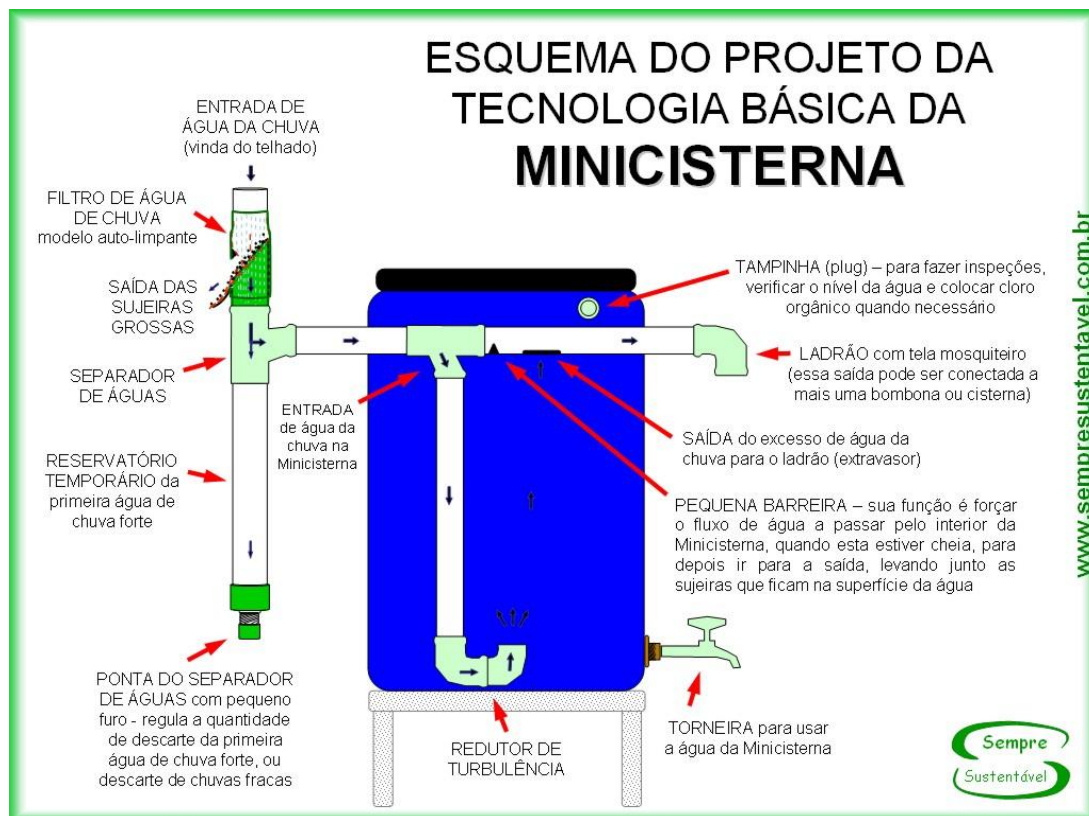
A figura 18 mostra o conceito explicado acima do aproveitamento da água de chuva e suas etapas e na figura 19 o modelo da mini cisterna desenvolvida por (URBANO, 2014).

Figura 18 - Separador da primeira água de chuva.



Fonte: Urbano, 2014.

Figura 19 - Mini cisterna.



Fonte: Urbano, 2014.

Estas empresas também participam da iniciativa chamada Cisternas Já.

O Movimento Cisterna Já é uma iniciativa independente de cidadãos preocupados em aumentar a resiliência urbana diante da crise da água. Como as soluções centralizadas serão incapazes de atender toda a população no provável cenário de emergência que ocorrerá devido ao desabastecimento, e tem o objetivo de promover a capacitação para a captação e aproveitamento de água de chuva. (URBANO, 2014)

Rio de Janeiro também entrou no movimento Cisterna Já, com o PermaRio. Belo Horizonte – MG, o Rafael Xavier está dando cursos e fazendo Mini cisternas com o Guarda Chuva BH. Em muitos outros lugares e empresas estão participando também.

### 5.2.6 Qualidade da água

O Manual de Conservação e Reuso da Água em Edificações (SINDUSCON, 2005), apresenta as exigências mínimas para o uso da água não-potável em função das diferentes atividades a serem realizadas nas edificações.

a) No caso de água para irrigação, rega de jardim e lavagem de pisos, os requisitos são:

- Não deve apresentar mau-cheiro;
- Não deve conter componentes que agridam as plantas ou que estimulem o crescimento de pragas;
- Não deve ser abrasiva;
- Não deve manchar superfícies;
- Não deve propiciar infecções ou a contaminação por vírus ou bactérias prejudiciais à saúde humana.

b) No caso de água para descarga em bacias sanitárias, os requisitos são:

- Não deve apresentar mau-cheiro;
- Não deve ser abrasiva;
- Não deve manchar superfícies;
- Não deve deteriorar os metais sanitários;
- Não deve propiciar infecções ou a contaminação por vírus ou bactérias prejudiciais à saúde humana.

c) Para as águas para refrigeração e sistema de ar condicionado, as condições necessárias são:

- Não deve apresentar mau-cheiro;
- Não deve ser abrasiva;
- Não deve manchar superfícies;
- Não deve deteriorar máquinas;
- Não deve formar incrustações.

d) No caso de água para lavagem de veículos, os requisitos necessários são:

- Não deve apresentar mau-cheiro;
- Não deve ser abrasiva;

- Não deve manchar superfícies;
  - Não deve conter sais ou substâncias remanescentes após a secagem;
  - Não deve propiciar infecções ou a contaminação por vírus ou bactérias prejudiciais à saúde humana.
- e) Para as águas que são utilizadas para lavagem de roupa, os requisitos são:
- Deve ser incolor;
  - Não deve ser turva;
  - Não deve apresentar mau-cheiro;
  - Deve ser livre de algas;
  - Deve ser livre de partículas sólidas;
  - Deve ser livre de metais;
  - Não deve deteriorar os metais sanitários e equipamentos;
  - Não deve propiciar infecções ou a contaminação por vírus ou bactérias prejudiciais à saúde humana.
- f) No caso de água para uso ornamental, os requisitos são:
- Deve ser incolor;
  - Não deve ser turva;
  - Não deve apresentar mau-cheiro;
  - Não deve deteriorar os metais sanitários e equipamentos;
  - Não deve propiciar infecções ou a contaminação por vírus ou bactérias prejudiciais à saúde humana.
- g) Água para uso em construção civil:
- Na preparação de argamassas, concreto, controle de poeira e compactação de solo:
- Não deve apresentar mau-cheiro;
  - Não deve alterar as características de resistência dos materiais;
  - Não deve favorecer o aparecimento de eflorescências de sais;
  - Não deve propiciar infecções ou a contaminação por vírus ou bactérias prejudiciais à saúde humana.

Segundo a ABNT NBR 15527:2007, os padrões de qualidade da água de chuva para fins não potáveis devem ser definidos pelo projetista de acordo com a atividade prevista. Entretanto, na falta destes, a norma indica que seja utilizada a Tabela 11.

Tabela 11 – Consumo doméstico de água tratada no Reino Unido.

| Parâmetro   | Análise   | Valor   |
|---|-----------|---|
| <b>Coliformes totais</b>  | Semestral | Ausência em 100mL   |
| <b>Coliformes termo tolerantes</b>  | Semestral | Ausência em 100mL   |
| <b>Cloro residual livre <sup>a</sup></b>  | Mensal    | 0,5 a 3,0 mg/L  |
| <b>Turbidez</b>   | Mensal    | < 2,0 uT <sup>b</sup> , para usos menos restritivos < 5,0 uT        |
| <b>Cor aparente (caso não seja utilizado nenhum corante, ou antes da sua utilização)</b>  | Mensal    | < 15 uH <sup>c</sup>  |
| <b>Deve prever ajuste de pH para proteção das redes de distribuição, caso necessário</b>  | Mensal    | pH de 6,0 a 8,0 no caso de tubulação de aço carbono ou galvanizado. |
| <b>NOTA: Podem ser usados outros processos de desinfecção além do cloro, como a aplicação de raio ultravioleta e aplicação de ozônio.</b> |           |   |
| <b>a: No caso de serem utilizados compostos de cloro para a desinfecção</b>   |           |   |
| <b>b: uT é a unidade de Turbidez</b>  |           |   |
| <b>c: uH é a unidade Hazen</b>  |           |   |

Fonte: (ABNT NBR 15527, 2007, p.4.

Deve-se realizar manutenção em todo o sistema de aproveitamento de água de chuva de acordo com a Tabela 12, conforme a ABNT NBR 15527:2007.

Tabela 12 – Frequências de manutenção.

| Componente   | Frequências de manutenção             |
|--|---------------------------------------|
| <b>Dispositivo de descarte</b>                       | Inspeção mensal<br>Limpeza trimestral |
| <b>Dispositivo de descarte do escoamento inicial</b> | Limpeza mensal                        |
| <b>Calhas, condutores verticais e horizontais</b>    | Limpeza mensal                        |
| <b>Dispositivos de desinfecção</b>                   | Semestral                             |
| <b>Bombas</b>  | Mensal                                |
| <b>Reservatórios</b>                                 | Mensal                                |

Fonte: ABNT NBR 15527, 2007, p.4.

Como vimos neste capítulo, o aproveitamento da água de chuva existe fatos de a.C. e para o sucesso do sistema de aproveitamento da água de chuva é necessário então, garantir o sistema completo por filtros, descarte da primeira água de chuva e armazenamento, não desprezando a qualidade da água.



## 6. REUSO DA ÁGUA CINZA PARA FINS NÃO POTÁVEIS

As águas residuais de uma residência são classificadas em águas servidas, ou cinzas, e águas fecais, ou negras. As águas servidas provêm de pias, chuveiros e tanque, podendo também ser compostas pela água de chuva. As águas fecais são as resultantes de vasos sanitários, segundo (TOMAZ, 2005).

Segundo (MURAKAMI, 2012), a contaminação de águas fecais é maior do que a de águas servidas, sendo também sua reutilização em residências menos comum devido ao fato de sua filtragem ser mais complexa e demorada, e conseqüentemente mais onerosa. Por este motivo, é importante separar a água servida da água fecal para sua reutilização, visando baratear o custo desse processo.

A tabela 13 apresenta algumas subdivisões com codificação em cores para os efluentes domésticos, conforme (Henze & Ledin, 2001 apud MAY, 2008).

Tabela 13 – Código de cores dos efluentes.

| <b>Tipo</b>               | <b>Contaminante</b>                        |
|---------------------------|--|
| <b>Preto (Blackwater)</b> | Todos os efluentes domésticos misturados   |
| <b>Cinza escuro</b>       | Banho, cozinha e lavatório                 |
| <b>Cinza claro</b>        | Banho, lavatório e máquina de lavar roupas |
| <b>Amarelo</b>            | Somente urina (mictório)                   |
| <b>Marrom</b>             | Somente fezes (sem urina)                  |

Fonte: Henze & Ledin, 2001 *apud* May, 2008, p. 70 - adaptado pelo autor

(BAZZARELLA, 2005, p. 39), cita alguns autores, como Nolde (1999) e Christova-Boal et al. (1996), que não consideram como água cinza o efluente oriundo de cozinhas, por considerá-lo altamente poluído, putrescível e com inúmeros compostos indesejáveis, como por exemplo, óleos e gorduras.

Santos, Zabrocki e Kakitani (2002), citados por (BONI, 2009, p.24), também ressaltam que a água de pia de cozinha deveria ser desconsiderada nessa categoria, por apresentar óleos, gorduras e graxas que são difíceis de retirar em processo de filtração e também por conter microrganismos.

Numa residência, o reaproveitamento de águas servidas reduz muito a necessidade de uso de água potável em aplicações não potáveis, como vasos sanitários, irrigação de jardins, lavagem de pisos, etc.

A contaminação básica de águas servidas deve-se a sabão, gordura e orgânicos, sua filtragem pode ser feita através de sistema mineral (filtros industrializados) ou biológico (filtragem natural), sendo a velocidade um fator importante para a qualidade da filtragem biológica, quanto mais lento o sistema, melhor a filtragem. (MURAKAMI, 2012)

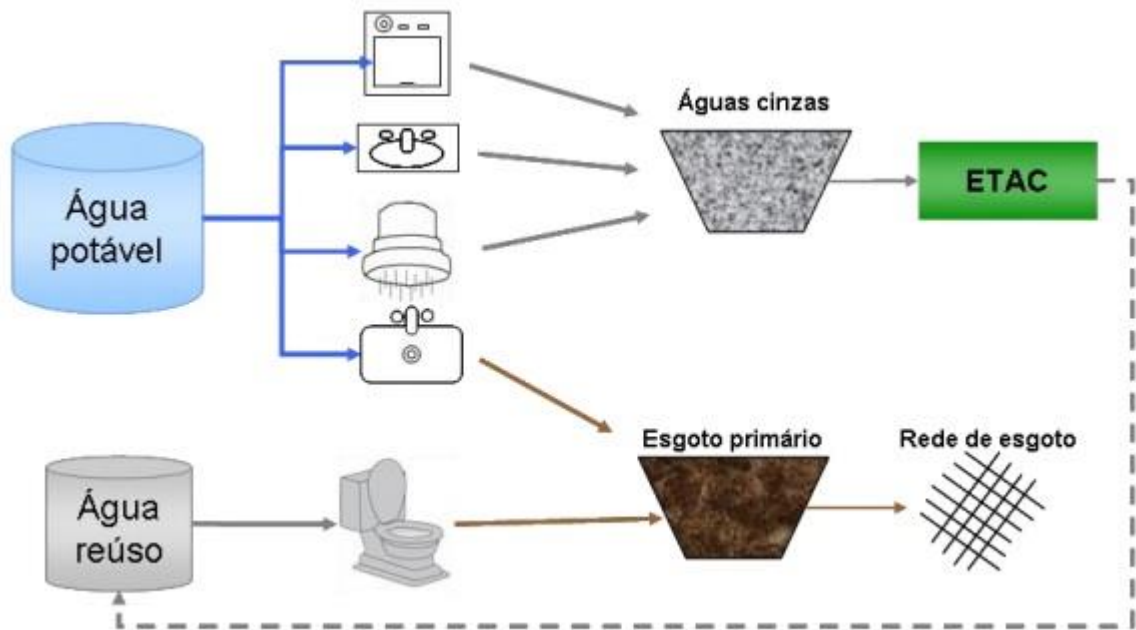
A reciclagem da água cinza apresenta algumas vantagens, tais como a diminuição do descarte no sistema de esgoto sanitário e a economia de água potável. (Teixeira, 2003 apud Boni 2009). (Erikson et al. 2002 apud (MAY, 2008), afirma que a utilização do sistema de reuso de águas cinzas está

Associada às seguintes vantagens:

- Estimula o uso racional e a conservação da água potável;
- Permite maximizar a infraestrutura de abastecimento de água e tratamento de esgotos pela utilização múltipla da água reduzida;
- Propicia a educação ambiental.

A figura 20 mostra um esquema concebido de forma a coletar as águas residuais e duas linhas independentes e exclusivas de abastecimento de água: uma de reuso e outra de água potável. A água cinza é coletada por tubulações e conduzidas ao tratamento; após o tratamento é necessário um reservatório inferior e outro superior para armazenagem e distribuição da água de reuso. Os reservatórios de água de reuso e água potável devem ser independentes, e se houver parede entre eles, a mesma deverá ser dupla (LIMA, 2010).

Figura 20 – Concepção do projeto em edifícios com reuso de água cinza.



Fonte: Gonçalves, Simões e Wake *apud* Lima, 2010, p. 56.

### 6.1 Qualidade da água

A (ABNT NBR 13969,1997) aborda a utilização de efluentes tratados com qualidade não potável em atividades como irrigação dos jardins, lavagens de pisos e de veículos, descarga de bacias sanitárias, etc. Além disso, a norma cita que o sistema de reuso deve ser planejado definindo-se os usos previstos do esgoto tratado, o volume a ser reutilizado, o grau de tratamento necessário, o sistema de preservação e distribuição, bem como, o manual de operação e treinamento dos responsáveis.

A tabela 14 apresenta os parâmetros recomendados pela NBR 13969 em função do tipo de uso.

Tabela 14 – Parâmetros recomendados pela NBR 13969.

| Classe | Tipo de Uso                                       | Parâmetro                  | Valor de referência | unidade    | Tratamento Proposto   |
|--------|---|----------------------------|---------------------|------------|---|
| 1      | Lavagem de carro e usos com contato direto        | Turbidez                   | <5                  | UT         | Tratamento aeróbio, filtração e cloração  |
|        |   | Coliforme fecal            | <200                | NMP/100 mL |   |
|        |   | Sólidos dissolvidos totais | <200                | mg/L       |   |
|        |   | pH                         | 6,0 – 8,0           | -          |   |
|        |   | Cloro residual             | 0,5 – 1,5           | mg/L       |   |
| 2      | Lavagem de pisos, calçadas e irrigação de jardins | Turbidez                   | <5                  | UT         | Tratamento biológico aeróbio, filtração e desinfecção                             |
|        |   | Coliforme fecal            | <500                | NMP/100 mL |   |
|        |   | Cloro residual             | <0,5                | mg/L       |   |
| 3      | Descarga em bacias sanitárias                     | Turbidez                   | <10                 | UT         | Cloração <sup>1</sup><br>Tratamento aeróbio, filtração e desinfecção <sup>2</sup> |
|        |   | Coliforme fecal            | <500                | NMP/100 mL |   |

<sup>1</sup> - Por recomendar o uso do efluente descartado pela Máquina de lavar roupas.

<sup>2</sup> – para casos gerais.

Fonte: ABNT NBR 13969, 1997 ; Boni, 2009, p. 64.

A água cinza é geralmente originada pelo uso de sabão ou de outros produtos para lavagem do corpo, de roupas ou de limpeza em geral (JEFFERSON et al., 1999, BAZZARELLA, 2005, p.39). Ela varia em qualidade de acordo com a localidade e nível de ocupação da residência, faixa etária, estilo de vida, classe social e costumes dos moradores (NSWHEALTH, 2000 apud BAZZARELLA, 2005) e com o tipo de fonte de água cinza que está sendo utilizado (lavatório, chuveiro, máquina de lavar, etc.) (NOLDE, 1999 apud BAZZARELLA, 2005). Outros fatores que, segundo (Erikson, 2002 apud BAZZARELLA, 2005), também contribuem para as características da água cinza são: a qualidade da água de abastecimento e o tipo de rede de distribuição, tanto da água de abastecimento quanto da água de reuso. A Tabela 15 mostra características físico-químicas e microbiológicas de águas cinza originadas de várias fontes dentro de uma residência.

Tabela 15 – Características físico-químicas e microbiológicas de águas cinza.

| Parâmetros                      | Siegrist et al. (1976) * |                   |                |                          |                           | Christova-Boal et al. (1998) |  | Almeida et al. (1999) |           |          |                   |
|---------------------------------|--------------------------|-------------------|----------------|--------------------------|---------------------------|------------------------------|--|-----------------------|-----------|----------|-------------------|
|                                 | Chuveiro/<br>Banheira    | Pia de<br>Cozinha | Lava<br>Louças | Lava Roupas              | Enxague de<br>roupa       | Banheiro                     | Lavanderia                                   | Banheira              | Lavatório | Chuveiro | Pia de<br>Cozinha |
| <b>Físicos</b>                  |                          |                   |                |                          |                           |                              |  |                       |           |          |                   |
| mg/l exceto onde indicado       |                          |                   |                |                          |                           |                              |  |                       |           |          |                   |
| Temperatura ( °C )              | 29                       | 27                | 38             | 32                       | 28                        |                              |  |                       |           |          |                   |
| Turbidez ( NTU )                |                          |                   |                |                          |                           | 60 - 240                     | 50 - 210                                     |                       |           |          |                   |
| ST                              | 250                      | 2410              | 1500           | 1340                     | 410                       |                              |  |                       |           |          |                   |
| SST                             | 120                      | 720               | 440            | 280                      | 120                       |                              |  | 54                    | 181       | 200      | 235               |
| <b>Químicos</b>                 |                          |                   |                |                          |                           |                              |  |                       |           |          |                   |
| mg/l exceto onde indicado       |                          |                   |                |                          |                           |                              |  |                       |           |          |                   |
| pH                              |                          |                   |                |                          |                           | 6,4 - 8,1                    | 9,3 - 10                                     |                       |           |          |                   |
| Condutividade (µS/cm)           |                          |                   |                |                          |                           | 82 - 250                     | 190 - 1400                                   |                       |           |          |                   |
| Alcalinidade                    |                          |                   |                |                          |                           | 24 - 43                      | 83 - 200                                     |                       |           |          |                   |
| DBO5                            | 170                      | 1460              | 1040           | 380                      | 150                       | 76 - 200                     | 48 - 290                                     |                       |           |          |                   |
| DQO                             |                          |                   |                |                          |                           |                              |  | 210                   | 298       | 501      | 644               |
| Óleos e Graxas                  |                          |                   |                |                          |                           | 37 - 78                      | 8,0 - 35                                     |                       |           |          |                   |
| Cloreto                         |                          |                   |                |                          |                           | 9,0 - 18                     | 9,0 - 88                                     |                       |           |          |                   |
| <b>Nutrientes</b>               |                          |                   |                |                          |                           |                              |  |                       |           |          |                   |
| mg/l exceto onde indicado       |                          |                   |                |                          |                           |                              |  |                       |           |          |                   |
| N-total                         | 17                       | 74                | 40             | 21                       | 6                         |                              |  |                       |           |          |                   |
| NTK                             |                          |                   |                |                          |                           | 4,6 - 20                     | 1,0 - 40                                     |                       |           |          |                   |
| NH4-N                           | 2                        | 6                 | 4,5            | 0,7                      | 0,4                       | <0,1 - 15                    | <0,1 - 1,9                                   | 1,1                   | 0,3       | 1,2      | 0,3               |
| NO3-N                           | 0,4                      | 0,3               | 0,3            | 0,6                      | 0,4                       |                              |  | 4,2                   | 6         | 6,3      | 5,8               |
| NO3 & NO2                       |                          |                   |                |                          |                           | <0                           | 0,10 - 0,31                                  |                       |           |          |                   |
| P-total                         | 2                        | 74                | 68             | 57                       | 21                        | 0,11 - 1,8                   | 0,062 - 42                                   |                       |           |          |                   |
| PO4-P                           | 1                        | 31                | 32             | 15                       | 4                         |                              |  | 5,3                   | 13,3      | 19,2     | 26                |
| <b>Microbiológicos</b>          |                          |                   |                |                          |                           |                              |  |                       |           |          |                   |
| por 100 ml exceto onde indicado |                          |                   |                |                          |                           |                              |  |                       |           |          |                   |
| Coliformes Totais               | 70-8200                  |                   |                | 85 - 8,9x10 <sup>3</sup> | 190 - 1,5x10 <sup>4</sup> | 500-2,4 x 10 <sup>4</sup>    | 2,3 x 10 <sup>3</sup> -3,3 x 10 <sup>3</sup> |                       |           |          |                   |
| Coliformes Fecais               | 1-2500                   |                   |                | 9 - 1,6x10 <sup>4</sup>  | 35 - 7,1x10 <sup>3</sup>  | 170-3,3 x 10 <sup>3</sup>    | 110 -1,09x10 <sup>3</sup>                    |                       |           |          |                   |
| Criptosporidium                 |                          |                   |                |                          |                           | nd                           | nd   |                       |           |          |                   |
| Salmonela                       |                          |                   |                |                          |                           | nd                           |  |                       |           |          |                   |

\* Citado em Eriksson et al. (2002)

Fonte: Bazzarella, 2005.

## 6.2 Empresa especializada

A filtragem industrializada é feita através de pequenas estações de tratamento (ETE), que são comercializadas por empresas especializadas.

Os processos se assemelham ao de fossas sépticas, porém a água passa por um filtro mineral no processo final.

Na figura 21, o sistema Family da Mizumo, que pode atender famílias de 4 a 20 pessoas, com vazão de até 3.200 litros/dia.

Figura 21 – Sistema Mizumo ETE.



Fonte: Mizumo, 2016.

O funcionamento é da seguinte maneira: 1 - Entrada de esgoto, 2 - Etapa anaeróbia 1, 3 - Etapa anaeróbia 2, 4 - Etapa aeróbia, 5 - Decantação e desinfecção, 6 – Saída.

Segundo o site da empresa, sua capacidade de tratamento é variável e atende a vazões diárias de 1,6 m<sup>3</sup> (1.600 litros/dia) a 3,2 m<sup>3</sup> (3.200 litros/dia) para sistemas conjugados, o que representa até 20 usuários. O tanque possui 2,4 m de comprimento e é fabricado de PRFV (plástico reforçado com fibra de vidro), o que confere resistência e alta proteção química à corrosão do esgoto sanitário. A área necessária para a instalação do sistema varia entre 3,50 m<sup>2</sup> e 8,0 m<sup>2</sup>.

O sistema possui reatores anaeróbios e aeróbios; decantadores (montados internamente aos sistemas); conexões tubulares de PVC; meio suporte de polietileno; difusor de ar de EPDM e soprador de ar. O sistema de desinfecção é feito por meio de pastilhas de cloro, já integrado ao produto. A instalação desta linha pode ser feita tanto acima do nível do solo como enterrada.

### 6.3 Caso de sucesso

Israel já enfrentou anos consecutivos de seca e escassez de água, e com isso tornou-se um grande exemplo global. Na batalha para diminuir a crise hídrica no país, Israel tem desempenhado grande iniciativa, ao construir 225 reservatórios para recolhimento de água pluvial e água de reuso, conforme (NOVA OPERSAN, 2014). Abaixo na figura 22.

Figura 22 – Reservatórios em Israel.



Fonte: Nova opersan, 2014.

A cidade de Tel Aviv tem 100% da água reaproveitada: todo o esgoto é tratado e usado para irrigar as plantações no deserto, e a água utilizada para banho e descarga nas residências é tratada na maior estação do Oriente Médio, Shafdan. Depois de passar pelo tratamento (que tem etapas físicas, químicas e biológicas), o recurso percorre 100 quilômetros em dutos até chegar ao deserto de Neguev, onde irriga as plantações. O sistema existe há mais de 30 anos. Segundo (NOVA OPERSAN, 2014). A figura 23 mostra a localização e a cidade de Tel Aviv.

Figura 23 – Tel Aviv, Israel.



Fonte: Nova operсан, 2014.

Nos domicílios do município, as torneiras têm arejadores acoplados às torneiras, o que ainda reduz drasticamente o consumo de água. Outra medida exemplar de consciência local em relação ao recurso natural é a dessalinização da água do mar, o que a torna útil para atividades humanas (NOVA OPERSAN, 2014).

A tecnologia israelense aplicada nas estações de tratamento de esgoto é uma das mais modernas do mundo: este fato fica destacado em Tel Aviv que, como já foi dito, tem a totalidade da sua água destinada ao tratamento e ao reúso.

Neste capítulo foi apresentado o reúso da água cinza, onde são utilizados, segundo pesquisas as águas provenientes de máquinas de lavar, lavatórios, chuveiros, etc. E a qualidade da água é primordial, por ter sido utilizada em outra atividade, pois a qualidade da água varia de acordo com a localidade e nível de ocupação da residência, faixa etária, estilo de vida, classe social e costumes dos moradores. Além de mostrar o sucesso de Tel Aviv, no Iraque onde 100% da água é reutilizada e utiliza-se o aproveitamento da água de chuva conjuntamente para o abastecimento urbano.



## 7. APARELHOS ECONOMIZADORES

Este capítulo aborda ações e aparelhos economizadores, que através desta pesquisa foram estudados os modelos disponíveis e suas funcionalidades em relação à economia de água.

A implementação de um sistema que mede individualmente o consumo de água contribui de maneira considerável para diminuir esse consumo. Quando se paga proporcionalmente aos volumes consumidos, há uma tendência de redução no consumo de água. (BAZZARELLA, 2005), cita um estudo realizado no Canadá, em 1999, pelo Governo de British Columbia que mostrou que as residências que não possuíam medição individualizada consumiram 70% a mais de água (457 litros/habitante.dia) do que as que possuíam esse tipo de medição (269 litros/habitante.dia).

O leakfrog fornece um método inovador e altamente eficaz de detecção de desperdício de água. Veja a figura 24 do aparelho.

Figura 24 – Leakfrog.



Fonte: Teksu, 2012.

O dispositivo de baixo custo pode rapidamente ser conectado a um medidor de saída pulsada e exibe o tempo máximo entre pulsos. As razões para os

vazamentos podem então ser investigadas, levando ao consumo de água reduzido. Outros benefícios são:

- Permite a identificação de vazamentos e desperdício;
- Melhora o serviço ao cliente, reduzindo danos materiais causados por vazamentos não detectados;
- Permite saber o saldo total de água dentro de um medidor;
- Aumenta a segurança do abastecimento.
- Melhora o desempenho de conservação.

Mas antes de adquirir os aparelhos hidrossanitários economizadores verifique se:

- Os fabricantes dos produtos participam do Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat;
- Os produtos ofertados obedecem às especificações técnicas para cada produto;
- Os produtos têm garantia mínima de 05 anos contra defeitos de fabricação de qualquer peça fora dos padrões exigidos nas especificações técnicas e garantia sua reposição imediata.

### *7.1 Programa Setoriais da Qualidade*

O ministério das cidades, no programa de Sistema de Qualificação de Materiais, Componentes e Sistemas Construtivos (SIMAC), dentro do Programa Setoriais da Qualidade (PSQs) - Aparelhos Economizadores de Água, qualifica as empresas e um dos principais objetivos deste Programa é apoiar e promover a melhoria da qualidade dos aparelhos economizadores de água, visando garantir não só o bom desempenho do produto, mas também a efetiva redução do consumo de água nos sistemas hidráulicos prediais. Pretende-se implementar mecanismos que permitam a avaliação do desempenho dos aparelhos economizadores utilizados nos sistemas hidráulicos prediais para uso racional da água.

Ao acessar o site do SIMAC na data de 07 de julho de 2016, somente três empresas de cinco no total estavam em conformidade no requisito aparelhos economizadores. O objetivo do trabalho não é promover ou difamar empresas e o autor optou por listar as empresas em conformidade. E saliento que esta é uma ferramenta a mais para que o usuário possa buscar empresas sérias. Foram analisados pelo ASFAMAS (Associação Brasileira dos Fabricantes de Materiais para Saneamento), os:

- Aspecto visual e marcação;
- Análise dimensional;
- Estanqueidade;
- Volume máximo de água por ciclo;
- Força de acionamento;
- Ciclo de funcionamento (tempo de ciclo);
- Resistência ao torque de instalação;
- Resistência ao uso;
- Aderência do revestimento;
- Resistência à corrosão (200 horas de exposição);
- Licença de funcionamento ambiental ou protocolo de solicitação da licença.

O resultado da pesquisa na tabela 16.

Tabela 16 – Classificação das empresas.

| Razão social  | Produtos comercializados   | Marcas comercializadas | Classificação |
|---|--|------------------------|---------------|
| Docol Metais Sanitários Ltda.<br>CNPJ: 75339051/0001-41 | Torneiras de parede acionadas mecanicamente e com ciclo de fechamento automático;<br>Torneiras de mesa acionadas mecanicamente e com ciclo de fechamento automático;<br>Válvulas para mictório acionadas mecanicamente e com ciclo de fechamento automático. | DOCOL                  | Qualificada   |
| Duratex S/A<br>CNPJ: 97837181/0021-90                   | Torneiras de parede acionadas mecanicamente e com ciclo de fechamento automático;<br>Torneiras de mesa acionadas mecanicamente e com ciclo de fechamento automático;<br>Válvulas para mictório acionadas mecanicamente e com ciclo de fechamento automático. | DECA                   | Qualificada   |
| Fabrimar S. A. Ind. e Com.<br>CNPJ: 33064262/0001-79    | Torneiras de parede acionadas mecanicamente e com ciclo de fechamento automático;<br>Torneiras de mesa acionadas mecanicamente e com ciclo de fechamento automático;<br>Válvulas para mictório acionadas mecanicamente e com ciclo de fechamento automático. | FABRIMAR               | Qualificada   |

Validade de 01 de junho de 2016 até 31 de agosto de 2016

Fonte: SIMAC, 2016.

Verifica-se na tabela 17 que os aparelhos economizadores de água no Programa Setorial da Qualidade, possui 89% de índice de conformidade na data da pesquisa.

Tabela 17 – Materiais, componentes do Programa Setorial da Qualidade.

| <b>Programa Setorial da Qualidade</b>   | <b>Índice de conformidade</b>        |
|---|--------------------------------------|
| <b>Aparelhos Economizadores de Água</b>   | 89,00 %                              |
| <b>Argamassa Colante</b>  | 91,97 %                              |
| <b>Barras e Fios de Aço</b>   | 93,50 %                              |
| <b>Blocos Cerâmicos</b>   | 8,20 %                               |
| <b>Blocos de Concreto e Peças de Concreto para Pavimentação</b>   | 93,00 %                              |
| <b>Cimento Portland</b>   | 98,90 %                              |
| <b>Componentes para Sistemas Construtivos em Chapas de Gesso para Drywall</b>   | 84,00 %                              |
| <b>Eletrodutos Plásticos para Sistemas Elétricos de Baixa Tensão em Edificações</b>   | 86,00 %                              |
| <b>Esquadrias de Aço</b>  | 76,00 %                              |
| <b>Esquadrias de Alumínio (PSQ Suspenso)</b>  | não apurado pelo gerente do programa |
| <b>Esquadrias de PVC</b>  | não apurado pelo gerente do programa |
| <b>Fechaduras</b>   | 92,00 %                              |
| <b>Geotêxteis não tecidos</b>   | 83,00 %                              |
| <b>Lajes Pré-fabricadas</b>   | 18,50 %                              |
| <b>Louças Sanitárias para Sistemas Prediais</b>   | 95,40 %                              |
| <b>Metais Sanitários</b>  | 81,40 %                              |
| <b>Painéis de Partículas de Madeira (MDP) e Painéis de Fibras de Madeira (MDF)</b>  | 95,80 %                              |
| <b>Perfis de PVC para Forros</b>  | 71,00 %                              |
| <b>Pisos Laminados Fornecidos em Réguas</b>   | 78,90 %                              |
| <b>Placas Cerâmicas para Revestimento</b>   | 86,30 %                              |
| <b>Reservatórios de PRFV (Poliéster Reforçado com Fibra de Vidro) - PSQ suspenso a pedido da Associação Latino-Americana de Materiais Compósitos - ALMACO</b> | não apurado pelo gerente do programa |
| <b>Reservatórios Poliolefinicos para Água Potável de Volume até 2.000 L (inclusive)</b>   | 94,00 %                              |
| <b>Telhas Cerâmicas</b>   | 19,80 %                              |
| <b>Tintas Imobiliárias</b>  | 84,20 %                              |
| <b>Tubos de PVC para Infraestrutura</b>   | 96,00 %                              |
| <b>Tubos e Conexões de PVC para Sistemas Hidráulicos Prediais</b>   | 97,60 %                              |
| <b>Tubulações de PRFV para Infraestrutura (PSQ suspenso a pedido da Associação Brasileira de Materiais Compósitos - ABMACO)</b>                               | não apurado pelo gerente do programa |

Fonte: SIMAC, 2016

## 7.2 Aparelhos hidrossanitários apropriados

Os aparelhos economizadores são vendidos conforme o tipo do empreendimento, ou seja, residencial ou comercial. E quanto ao uso, torneiras, etc.

Na tabela 18, a comparação de equipamentos convencionais e economizadores.

Tabela 18 – Equipamentos convencionais e economizadores.

| <b>Equipamento Convencional</b>                | <b>Consumo</b>     | <b>Equipamento Economizador</b>   | <b>Consumo</b>    | <b>Economia</b> |
|--|--------------------|-----------------------------------|-------------------|-----------------|
| <b>Bacia com caixa acoplada</b>                | 12 litros/descarga | Bacia VDR                         | 6 litros/descarga | 50%             |
| <b>Bacia com válvula bem regulada</b>          | 10 litros/descarga | Bacia VDR                         | 6 litros/descarga | 40%             |
| <b>Ducha (água quente/fria) - até 6 mca</b>    | 0,19 litros/seg    | Restritor de vazão 8 litros/min   | 0,13 litros/seg   | 32%             |
| <b>Ducha (água quente/fria) - 15 a 20 mca</b>  | 0,34 litros/seg    | Restritor de vazão 8 litros/min   | 0,13 litros/seg   | 62%             |
| <b>Ducha (água quente/fria) - 15 a 20 mca</b>  | 0,34 litros/seg    | Restritor de vazão 12 litros/min  | 0,20 litros/seg   | 41%             |
| <b>Torneira de pia - até 6 mca</b>             | 0,23 litros/seg    | Arejador vazão cte (6 litros/min) | 0,10 litros/seg   | 57%             |
| <b>Torneira de pia - 15 a 20 mca</b>           | 0,42 litros/seg    | Arejador vazão cte (6 litros/min) | 0,10 litros/seg   | 76%             |
| <b>Torneira uso geral/tanque - até 6 mca</b>   | 0,26 litros/seg    | Regulador de vazão                | 0,13 litros/seg   | 50%             |
| <b>Torneira uso geral/tanque - 15 a 20 mca</b> | 0,42 litros/seg    | Regulador de vazão                | 0,21 litros/seg   | 50%             |
| <b>Torneira uso geral/tanque - até 6 mca</b>   | 0,26 litros/seg    | Restritor de vazão                | 0,10 litros/seg   | 62%             |
| <b>Torneira uso geral/tanque - 15 a 20 mca</b> | 0,42 litros/seg    | Restritor de vazão                | 0,10 litros/seg   | 76%             |
| <b>Torneira de jardim - 40 a 50 mca</b>        | 0,66 litros/seg    | Regulador de vazão                | 0,33 litros/seg   | 50%             |
| <b>Mictório</b>                                | 2 litros/uso       | Válvula automática                | 1 litro/seg       | 50%             |

Fonte: Relatório Mensal 3 Projeto de Pesquisa Escola Politécnica / USPxSABESP - Junho/96 e informações técnicas da ASFAMAS.

Acionar a válvula de descarga convencional por seis segundos, por exemplo, gasta de 10 a 14 litros de água. Como pode observar na tabela 18, ao adotar o vaso sanitário com caixa aclopada pode-se economizar de 50% e se possuir duplo acionamento pode-se economizar 75%. Existe também no mercado a válvula de duplo acionamento para instalar em sistemas convencionais e vasos sanitários com caixa embutida dentro da parede com duplo acionamento com as mesmas funções de 3 litros e 6 litros.

Os chuveiros, aparelho que mais gasta em uma residência, tanto para água quente quanto para água fria, sejam instalados em paredes ou tetos, apresentou de 32% a 62% de economia com o uso de restritor de vazão de 8 l/min e 12 l/min, como mostra a tabela 18. Durante a pesquisa foram observados chuveiros com 53% a 86% de economia, alguns modelos com injetores de ar, híbridos.

Torneiras residenciais com arejadores podem reduzir o consumo de água em até 76%, conforme a tabela 18. Os arejadores são instalados nas torneiras da cozinha que possui o terceiro maior gasto em uma residência e reduzem para 0,03 l/s a 0,13 l/s, nos arejadores disponíveis no mercado. Podem ser usados em torneiras de banheiros e tanques.

Torneiras comerciais, torneiras residenciais para balcões ou paredes com misturadores ou não e válvulas para mictórios comerciais, com certificação LEED.

A certificação LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) é um sistema internacional de certificação e orientação ambiental para edificações, utilizado em 143 países, e possui o intuito de incentivar a transformação dos projetos, obra e operação das edificações, sempre com foco na sustentabilidade de suas atuações (GBCBRASIL, 2016).

## **8. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O desenvolvimento do presente estudo possibilitou uma análise das ações tecnológicas da estratégia do uso consciente da água, com técnicas com o aproveitamento de água de chuva e reuso de águas cinza para atividades que não seria necessário o uso de água potável e o uso de aparelhos hidrossanitários economizadores, além disso, compreender que a gestão da água está diretamente proporcional a economia de água, um recurso finito, e de dinheiro. Já que o gasto está diretamente proporcional ao consumo.

De um modo geral, confirmando que é possível economizar água e diminuir o desperdício da água potável com o uso consciente da água. As dificuldades e desafios são evoluções na mudança de comportamento da sociedade na implantação de novas teorias e tecnologias referentes ao uso racional da água. Uma maneira de minimizar este impacto é sempre informar, enaltecer o bom exemplo e ações econômicas.

As técnicas abordadas para o uso consciente da água foram especificamente alcançadas, tendo como base, a economia de até 50% de água potável na utilização do aproveitamento da água de chuva em época de chuvosa.

A água cinza tem aceitabilidade dos usuários em relação a viabilidade técnica e econômica e o uso conjunto com o aproveitamento da água de chuva, principalmente se o sistema for instalado com reservatório inferior e superior e rede separada instaladas de água potável e não potável, pois, em meses de estiagem a água de reuso pode suprir esta demanda, gerando economia de água potável para fins não potáveis.

Para o reuso das águas cinzas e o aproveitamento das águas pluviais é necessário efetuar o tratamento dessas águas e adequá-las aos padrões de qualidade compatíveis aos usos para os quais estas águas se destinarão.

O uso de aparelhos hidrossanitários economizadores que economizam como: válvulas de descarga de parede com duplo acionamento, com até 60% de economia, chuveiros de teto ou parede com 53% a 86% de economia, arejadores instalados nas torneiras que reduzem de 1,8 l/min a 8 l/min, além de torneiras e válvulas para mictórios comerciais, todas com certificação LEED.

Dada a importância do tema, torna-se necessário o desenvolvimento de projetos conciliando na prática a aplicação de aproveitamento de água de chuva e reuso de águas cinza e uso de aparelhos hidrossanitários economizadores e avaliar os resultados, contribuindo para um ensino de maior qualidade.

Nesse sentido, esses projetos mostrariam as estratégias do uso consciente da água através da educação e uma colaboração do ser humano com o meio ambiente promovendo um uso sustentável da água e contribuindo com as próximas gerações.



## 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10844**: Instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro, p. 13. 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13969**: Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro, p. 60. 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15527**: Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisitos. Rio de Janeiro, p. 8. 2007. (978-85-07-00668-8).

BARROS, B. F. **Bia viagem ambiental**, 2011. Disponível em: <[http://biaviagemambiental.blogspot.com.br/2011\\_04\\_24\\_archive.html](http://biaviagemambiental.blogspot.com.br/2011_04_24_archive.html)>. Acesso em: 08 Agosto 2016.

BAZZARELLA, B. B. **Caracterização e aproveitamento de água cinza para uso não-potável em edificações**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Tecnológico. Vitória , ES, p. 165. 2005.

BONI, S. D. S. N. **Gestão da Água em Edificações: Formulação de diretrizes para o reúso de água para fins não potáveis**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil), Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP, p. 241. 2009.

BUFF, S. R. **A história do saneamento**. <http://www.eloambiental.org/>, 2012. Disponível em:<[http://pt.slideshare.net/eloambiental?utm\\_campaign=profiletracking&utm\\_medium=sss&utm\\_source=ssslideview](http://pt.slideshare.net/eloambiental?utm_campaign=profiletracking&utm_medium=sss&utm_source=ssslideview)>. Acesso em: 08 Agosto 2016.

COMPANHIA DE SANEAMENTO DE MINAS GERAIS – COPASA. **Estação de tratamento de água**, Belo Horizonte, 2016. Disponível em: <<http://www.copasa.com.br/wps/portal/internet/agua-de-qualidade/tratamento-da-agua>>. Acesso em: 15 Julho 2016.

FAO. Organização de Alimentação e Agricultura das Nações Unidas. **AQUASTAT**, 2016. Disponível em: <<http://www.fao.org/nr/water/aquastat/main/index.stm>>. Acesso em: 16 Julho 2016.

GBCBRASIL. <http://www.gbcbrasil.org.br/>. **GBCBRASIL**, 2016. Acesso em: 11 Julho 2016.

LIMA, R. M. D. A. **Gestão da água em edificações: utilização de aparelhos economizadores, aproveitamento de água pluvial e reúso de água cinza**. Monografia (Especialização) - Curso de Especialização em Construção Civil, Departamento de Materiais de Construção, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, p. 71. 2010.

MARINOSKI, A. K. **Aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis em instituição de ensino: Estudo de caso em Florianópolis - SC**. Florianópolis: Monografia (Graduação em Engenharia Civil), 2007.

MAY, S. **Estudo da Viabilidade do Aproveitamento de Água de Chuva para Consumo não Potável em Edificações**. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, p. 159. 2004.

MAY, S. **Caracterização, tratamento e reúso de águas cinzas e aproveitamento de águas pluviais em edificações**. Tese (Doutorado) - Escola

Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária. São Paulo, p. 222. 2008.

MIZUMO. **Mizumo - Sistema pré-fabricados de tratamento de esgoto**, 2016. Disponível em: <<http://www.mizumo.com.br/>>. Acesso em: 08 Junho 2016.

MURAKAMI, L. M. **A utilização de água de maneira sustentável em residências unifamiliares**. Monografia (Especialização) - Curso de Sustentabilidade das Edificações - Departamento de Pós Graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Presbiteriana Mackenzie. São Paulo, p. 79. 2012.

NOVA OPERSAN. **Nova Opersan**, 2014. Disponível em: <[http://classic-migration-sandbox-138299.hs-sites.com/bid/197369/Israel-O-pa-s-onde-nenhuma-gota-de-gua-desperdi-ada?\\_\\_hstc=39572604.200a11324d27fa09ae3f3e95d47aba9a.1467812394807.1467812394807.1467812394807.1&\\_\\_hssc=39572604.35.1467812394808&\\_\\_hsfp=864060](http://classic-migration-sandbox-138299.hs-sites.com/bid/197369/Israel-O-pa-s-onde-nenhuma-gota-de-gua-desperdi-ada?__hstc=39572604.200a11324d27fa09ae3f3e95d47aba9a.1467812394807.1467812394807.1467812394807.1&__hssc=39572604.35.1467812394808&__hsfp=864060)>. Acesso em: 06 Julho 2016.

NUESCH, E. **HISPANIA ROMANA - Cisternas Romanas de Monturque**, 2011. Disponível em: <<http://www.cordobaturismo.es>>. Acesso em: 22 Julho 2016.

OLIVEIRA, L. H.; GONÇALVES, O.. **Metodologia para a implantação de programa de uso racional da água em edifícios**. EPUSP. São Paulo, p. 14. 1999. (0103-9830). Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/247.

ONU. United Nations. **Department of Economic and Social Affairs**, Dezembro 2015. Disponível em: <<http://esa.un.org/unpd/wpp/Graphs/Probabilistic/POP/TOT/>>. Acesso em: 01 Junho 2016.

PITTA, V. **O fascinante universo da história**, 2010. Disponível em: <<http://imperialroma.blogspot.com.br/2010/06/massada-ultima-fortaleza.html>>. Acesso em: 07 Julho 2016.

PLANETA SUSTENTÁVEL. **Planeta sustentável**, 2012. Disponível em: <<http://www.planetasustentavel.abril.com.br/download/stand2-painel4-agua-virtual.pdf>>. Acesso em: 05 Julho 2016.

RENAN. **A mochila e o mundo**, 2011. Disponível em: <http://amochilaeomundo.blogspot.com.br/2015/08/grecia-creta-knossos-labirinto-do-minotauro-como-chegar-afrescos-grifo.html> . Acesso em: 07 Agosto 2016.

SAAE. **Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Lajinha-MG**, 2012. Disponível em: <<http://www.saaelajinha.com.br/etapas-de-tratamento-de-agua-eta/>>. Acesso em: 07 Junho 2016.

SABESP. **Reduzir custos e preservar o meio ambiente: Sabesp Soluções Ambientais**. SABESP. São Paulo. 2007.

SHIKLOMANOV, I. A. **World Water Resources : A new appraisal and assessment for the 21 st century**. UNESCO. Paris, p. 37. 1998.

SINDUSCON. **Conservação e reúso de água em edificações**. São Paulo: Prol Editora Gráfica, 2005.

SOLLA, J.; MOREIRA COSTA E SILVA (ORGS.), F. N. **Cadernos de sustentabilidade da Rio+20 - Diretrizes de sustentabilidade e guia de boas práticas da organização da Conferência das Nações Unidas sobre**

**Desenvolvimento Sustentável.** Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável. Brasília: FUNAG. 2012. p. 206.

TEKSU, 2012. **Leakfrog.** Disponível em: <<http://www.teksuas.com>>. Acesso em: 22 Junho 2016.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis.** 2ª. ed. São Paulo: Navegar Editora, 2005. 180 p.

TOMAZ, P. Água de Chuva: Pesquisas, políticas e desenvolvimento sustentável. Aproveitamento de água de chuva de telhados em áreas urbanas para fins não potáveis. **6º simpósio brasileiro de captação e manejo de água de chuva,** Belo Horizonte, p. 24, Julho 2007.

UNEP, U. N. E. P. **Fresh Water for the future.** ONU. Nairobi, p. 96. 2012.

URBANO, E. Sempre sustentável. **Sempre sustentável,** 2014. Disponível em: <<http://www.sempresustentavel.com.br/>>. Acesso em: 16 abr. 2016.

VICKERS, A. **Handbook of Water Use and Conservation.** Massachusetts: WaterPlow Press, 2001. 446 p.

WWAP (PROGRAMA MUNDIAL DE AVALIAÇÃO DA ÁGUA DAS NAÇÕES UNIDAS). **Encarando os desafios: Estudos de caso e indicadores.** UNESCO - Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura. Paris, p. 65. 2015. (ISBN 978-92-3-700005-2).

ZANELLA, L. **Manual para captação emergencial e uso doméstico de água de chuva** [livro eletrônico], São Paulo, p. 206, 2015. Disponível em: <[http://www.ipt.br/noticia/905-passo\\_a\\_passo:\\_agua\\_de\\_chuva.htm](http://www.ipt.br/noticia/905-passo_a_passo:_agua_de_chuva.htm)>. Acesso em: 07 Abril 2016.