

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO  
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

**WELLYSSON ROBERTO FRAZÃO NUNES**

**ELABORAÇÃO DO PROJETO DE REÚSO DE ÁGUAS PLUVIAIS DO PRÉDIO DA  
ENGENHARIA DA COMPUTAÇÃO, NO CAMPUS PAULO VI DA UEMA, EM SÃO  
LUÍS-MA**

São Luís

2019

**WELLYSSON ROBERTO FRAZÃO NUNES**

**ELABORAÇÃO DO PROJETO DE REÚSO DE ÁGUAS PLUVIAIS DO PRÉDIO DA  
ENGENHARIA DA COMPUTAÇÃO, NO CAMPUS PAULO VI DA UEMA, EM SÃO  
LUÍS-MA**

Monografia apresentada ao curso de Engenharia Civil da  
Universidade Estadual do Maranhão para obtenção do grau de  
Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Me. Rogerio Frade da Silva Souza

São Luís

2019

Nunes, Wellysson Roberto Frazão.

Elaboração do projeto de reúso de águas pluviais do prédio da engenharia de computação, Campus Paulo VI da UEMA em São Luís – MA / Wellysson Roberto Frazão Nunes. – São Luís, 2019.

73 f

Monografia (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual do Maranhão, 2019.

Orientador: Prof. Me. Rogerio Frade da Silva Souza.

ELABORAÇÃO DO PROJETO DE REÚSO DE ÁGUAS PLUVIAIS DO PRÉDIO DA  
ENGENHARIA DA COMPUTAÇÃO, NO CAMPUS PAULO VI DA UEMA, EM SÃO LUÍS-  
MA

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia  
Civil da Universidade Estadual do Maranhão -  
UEMA, para obtenção do grau de Bacharel em  
Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Me. Rogerio Frade da Silva Souza

Aprovada em: 03/12/2019

BANCA EXAMINADORA



---

**Prof. Me. Rogerio Frade da Silva Souza (Orientador)**  
Mestre em Sustentabilidade de Ecossistemas  
Universidade Estadual do Maranhão



---

**Prof. Me. Daniel de Lima Nascimento Sirio**  
Mestre em Engenharia Urbana  
Universidade Estadual do Maranhão



---

**Prof. Arnaldo Pinheiro de Azevedo**  
Especialista em Georreferenciamento de Imóveis Rurais  
Universidade Estadual do Maranhão

A Deus e a minha família que me ajudaram até aqui.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço em primeiro lugar a Deus, por me fortalecer durante essa trajetória e forças para superar momentos difíceis, não só durante o período da graduação, mas em toda minha vida.

A minha mãe, Ana Rosa, pelo apoio, educação e confiança depositada durante toda minha vida.

Aos meus avós, Joana e Antônio, sempre me ajudaram desde o meu nascimento e ensinamentos passados que contribuirão para o meu desenvolvimento. Destacando-se o meu avô que até seus últimos dias de sua jornada na terra, desempenhou o papel de pai e avô com excelência.

A minha família, por sempre está do meu lado me dando todo o suporte, meus irmãos, tios, primos toda minha parentela.

A minha namorada, amiga e companheira, Louriane Gomes, que sempre esteve do meu lado em todos os momentos.

Ao meu orientador Prof. Me Rogerio Frade da Silva Souza pelo auxílio e paciência durante a elaboração da monografia.

Aos meus amigos de turma, em especial: Judah Fonseca, Marcos Cardoso, Ícaro, Lucas Gabriel, Yago Leal, Bruno França, Raphael, João Victor, Carlos Eduardo, Diego Coqueiro, Nayanderson, Lucas Abreu, Paulo Lucca, Vinicius Sampaio e Thyago Gabriel.

*Não fui eu que ordenei a você? Seja forte e corajoso!  
Não se apavore nem desanime, pois o Senhor, o seu  
Deus, estará com você por onde você andar.*

*Josué 1:9*

## RESUMO

O presente trabalho trata-se de uma elaboração de projeto de reúso de água pluvial no prédio de Engenharia da Computação, situada no Campus Paulo VI, São Luís – MA. A finalidade deste estudo consiste em demonstrar aspectos técnicos e econômicos, associados ao reaproveitamento de água da chuva para fins não-potáveis para descargas de bacias sanitárias, mictórios e área de jardim, com intuito de redução do consumo na edificação. Notou-se, com base no referencial teórico, que a implantação de um reúso de águas pluviais, foi necessário um estudo sobre o índice de pluviométrico da região. O dimensionamento correto do sistema de captação, transporte, tratamento e armazenamento de água da chuva. O volume do reservatório foi calculado através do Método de Rippl, utilizado para encontrar a capacidade do reservatório. A viabilidade do uso consiste na diminuição da demanda de água potável fornecida pelo sistema de abastecimento. Percebeu-se que além dos benefícios apresentados pela implantação do sistema muitos problemas com desperdício de água serão minimizados. Os valores obtidos correspondente a execução, manutenção e operação, são satisfatórios em comparação a tarifa cobrada o sistema tornou-se satisfatório por apresentar um tempo de retorno de curto prazo e uma economia de metros cúbicos de água considerável mensalmente. O estudo evidenciou a importância de um sistema de reúso de água, possibilitando assim com a implantação do sistema que além de reduzir o desperdício a implantação pode gerar benefícios financeiros.

**Palavras-chave:** Sistemas prediais de reúso de água. Instalações prediais. Sustentabilidade.



## ABSTRACT

The present work is an elaboration of a project for the reuse of rainwater in the Computer Engineering building, located at Campus Paulo VI, São Luís - MA. The purpose of this study is to demonstrate technical and economic aspects, associated with the reuse of rainwater for non-potable purposes for discharges of sanitary basins, urinals and garden area, in order to reduce consumption in the building. It was noted, based on the theoretical framework, that the implementation of a reuse of rainwater was necessary a study on the rate of rainfall in the region. The correct dimensioning of the rainwater collection, transport, treatment and storage system. The volume of the reservoir was calculated through the Rippl Method, used to find the capacity of the reservoir. The feasibility of use consists in reducing the demand for potable water supplied by the supply system. It was noticed that besides the benefits presented by the implementation of the system, many problems with water waste will be minimized. The values obtained corresponding to the execution, maintenance and operation, are satisfactory in comparison to the tariff charged the system became satisfactory for presenting a short term return time and a considerable saving of cubic meters of water monthly. The study showed the importance of a water reuse system, thus enabling the implementation of the system that in addition to reducing waste the implementation can generate financial benefits.

**Keywords:** Water reuse building systems. Building installations. Sustainability.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Ciclo hidrológico.....	18
Figura 2 – Índice de disponibilidade de água per capita (m <sup>3</sup> /pessoa/ano) .....	19
Figura 3 – Sistema de captação de água da chuva.....	35
Figura 4 – Ábaco de determinação de diâmetros verticais.....	36
Figura 5 – Sistema de grade localizada sobre grelha.....	37
Figura 6 – Filtro de água da chuva .....	39
Figura 7 – Tipos de reservatório em relação ao terreno.....	44
Figura 8 – Curva característica de uma bomba .....	49
Figura 9 – Instalação de água fria.....	50
Figura 10 – Barrilete concentrado.....	52
Figura 11 – Barrilete ramificado.....	52
Figura 12 – Colunas de distribuição e ramais prediais .....	53
Figura 13 – Ábaco luneta diâmetro da tubulação. ....	55
Figura 14 – Esquema da área construída prédio da engenharia da computação da UEMA, em São Luís-MA.....	58

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Parâmetros Microbiológicos .....	25
Tabela 2 - Demanda de água não potável .....	40
Tabela 3 – Dimensionamento do reservatório pelo método de Rippl.....	42
Tabela 4 – Acréscimos de potência pra conjunto motor-bomba .....	48
Tabela 5 – Pesos relativos nos aparelhos sanitário e da peça de utilização .....	54
Tabela 6 – Diâmetro dos condutores verticais e vazões.....	61
Tabela 7 – Demanda do sistema pluvial .....	62
Tabela 8 – Dimensionamento do reservatório.....	63
Tabela 9 – Pesos dos equipamentos.....	67
Tabela 10 – Diâmetros do sistema de reaproveitamento .....	68
Tabela 11 – Orçamento do sistema de reaproveitamento pluvial.....	69
Tabela 12 – Tarifa cobrada pela concessionária.....	70

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Principais parâmetros de qualidade da água .....	22
Quadro 2 – Contaminantes naturais da água .....	26
Quadro 3 – Coeficientes de rugosidade de Manning.....	38
Quadro 4 – Frequência de manutenção .....	49
Quadro 5 – Resultados da vazão das calhas .....	59
Quadro 6 – Verificação das calhas e vazões de pico .....	60
Quadro 7 - Tubulação de recalque e sucção.....	65
Quadro 8 - Altura manométrica.....	66
Quadro 9 - Potência do conjunto motor-bomba .....	67

## **LISTAS DE ABREVIATURAS**

ANA-Agência Nacional de Águas

ONU- Organização das Nações Unidas

ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas

SAVEH- Sistema de Autoavaliação de Eficiência Hídrica

CONAMA- Conselho Nacional do Meio Ambiente

FUNASA- Fundação Nacional de Saúde

PNRH- Política Nacional de Recursos Hídricos

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
1.2 JUSTIFICATIVA.....	15
1.3 OBJETIVOS .....	16
1.3.1 Objetivo Geral.....	16
1.3.2 Objetivos Específicos .....	16
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>17</b>
2.1 Água na natureza.....	17
2.2 Distribuição da água.....	19
2.3 Uso racional da água .....	20
2.3.1 Uso e qualidade da água .....	21
2.4 Padrões de potabilidade .....	22
2.4.1 Impurezas presentes nas águas.....	25
2.5 Consumo e quantidade da água.....	26
2.6 Legislação relacionada às águas no Brasil.....	27
2.6.1 Lei Municipal – São Paulo/SP .....	31
2.6.2 Lei Municipal – Curitiba-PR .....	31
2.7 Aproveitamento de Água da Chuva .....	32
2.7.1 Precipitação atmosférica.....	33
2.7.2 Captação da água da Chuva.....	34
2.7.3 Dispositivos de condução da água (horizontal e vertical) .....	35
2.7.4 Dispositivos filtrantes.....	39
2.7.5 Reservatório de armazenamento .....	41
2.7.6 Filtro de areia.....	44
2.7.7 Bombeamento .....	45
2.7.8 Manutenção do sistema .....	49
2.8 Instalações prediais de água fria .....	50
2.8.1 Estações elevatórias.....	51
2.8.2 Barriletes.....	52
2.8.4 Ramais e sub-ramais.....	53

2.8.5 Dimensionamento das tubulações de água fria.....	54
<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>56</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>58</b>
4.1 Dimensionamento do sistema de reúso de água pluvial .....	58
4.1.1 Calhas .....	58
4.1.2 Condutores horizontais .....	60
4.1.3 Condutores verticais .....	61
4.1.4 Demanda de água não potável .....	62
4.1.5 Reservatório de águas pluviais.....	63
4.1.6 Sistema de bombeamento .....	64
4.1.7 Diâmetros das tubulações do sistema.....	67
4.2. Orçamento da implantação do projeto.....	68
4.2.1 Análise da redução do desperdício e da viabilidade financeira do sistema de reúso de água.....	70
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>72</b>
5.1 Recomendações para novos trabalhos.....	73
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>74</b>
<b>ANEXO</b>	

## 1 INTRODUÇÃO

A água é uma substância abundante encontrada em nosso planeta, porém, nem toda água encontrada pode ser consumida pelo homem. A superfície do Planeta Terra é constituída de aproximadamente 71% de água, sendo a mesma encontrada também no subsolo e na atmosfera. Mesmo havendo um suprimento fixo de água no Planeta, a mesma passou a ser sinônimo de conflito, decorrentes do seu mau uso, desperdício e distribuição.

A problemática da água se agrava à medida que se constata demandas cada vez maiores, com limitado suprimento. O crescimento econômico desordenado, a ocupação não apropriada do solo, a expansão industrial e as atividades agrícolas têm contribuído para tornar a disponibilidade hídrica em certas bacias hidrográficas incompatível com as demandas nas suas múltiplas modalidades de uso.

O desperdício constitui um grande problema que contribui para o conflito acima citado, podendo ser considerado um contratempo socioambiental e um dos grandes problemas da humanidade. Entre as principais causas do desperdício de água, podemos citar: mau uso dos aparelhos sanitários, patologias nas instalações prediais, gestão inadequada nos sistemas de abastecimento de água, ausência de medição de água, pressão excessiva nas redes e instalações, entre outros. Tais situações tem contribuído para maior consumo desse recurso.

Diante do exposto, é preciso pensar em soluções para promover o uso adequado dos recursos hídricos como, por exemplo, medidas sustentáveis nos sistemas de abastecimento de água e nos sistemas prediais de água. Nesse sentido, medidas e técnicas de reutilização de água devem ser estudadas e empregadas para reduzir esse desperdício e melhorar a qualidade de vida da população.

Torna-se importante destacar que essas medidas devem atender a demanda em relação a necessidade pela água, tendo em vista o disposto na Política Nacional de Recursos Hídricos, Lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997 e as Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico, Lei Nº 11.445 de 05 de janeiro de 2007.

Essas preocupações e ideias para melhorar a qualidade de vida e a diminuição de desperdícios e custo o reaproveitamento de água para fins não potáveis ganham destaque, sendo



assim uma forma que reduzirá o uso de água que seria o reuso de água para fins menos nobres, tais como lavagem de veículos, lavagem de equipamentos, irrigação, descargas em vasos sanitários, entre outros, com essas técnicas, sendo adotadas e bem mantidas proporcionaria mais água para atender outros tipos de consumo.

Nesse trabalho foi realizado um estudo bibliográfico sobre reuso de água em edificações bem como elaborado o projeto de reuso de água pluvial para o prédio da Engenharia da Computação, situado no Campus Paulo VI, São Luís-MA, analisando-se a redução de custos com a implantação do projeto.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

O presente trabalho contribuirá para a preservação da água, recurso importante para a vida dos seres humanos bem como visa à aplicação de técnicas para permitir o uso racional da água em edificações, aplicando-se um método para o reaproveitamento da água, tendo assim uma diminuição no custo e preservação da água para gerações atuais e futuras.

Diante desse cenário, a gestão sustentável das águas pluviais oferece a oportunidade de reduzir custos, economizar água tratada, energia elétrica e restaurar o ciclo hidrológico das cidades, favorecendo, por exemplo, o tratamento de águas cinzas para fins não potável. Com esse tratamento diminuiria assim o desperdício de água em edificações e custos, favorecendo assim o uso mais consciente do recurso.

Em tempos de crise hídrica é cada vez mais importante racionalizar o uso da água em edificações. A crescente demanda de pessoas contribui para a escassez desse recurso natural tão importante buscando uma melhoria. Nesse cenário, torna-se essencial à procura de novas fontes alternativas, de um lado, de outro, o uso correto.

A busca necessária por sustentabilidade na aplicação de recursos naturais, preservação e uso adequado, tornar-se necessário a reutilização de água da chuva em edificações tendo como finalidade, economia de água potável, energia elétrica e redução no esgoto sanitário.

Portanto, a justificativa desse estudo visa identificar uma alternativa viável para a substituição em algumas atividades a troca de água potável por água da chuva para fins não nobres na edificação.

## 1.3 OBJETIVOS

### 1.3.1 Objetivo Geral

Realizar um estudo sobre o reúso da água pluvial em edificações, bem como elaborar o projeto de reúso de águas pluviais do prédio da Engenharia da Computação, situado no Campus Paulo VI, em São Luís-MA, analisando-se os custos com a implantação do projeto e redução no desperdício de água potável.

### 1.3.2 Objetivos Específicos

- Determinar a vazão da precipitação pluviométrica sobre a cobertura e áreas livres da edificação e identificar o sistema de drenagem pluvial da edificação;
- Dimensionar e detalhar o sistema predial de reúso de águas pluviais da edificação, com uso de soluções sustentáveis;
- Realizar análise da viabilidade da implantação do sistema reúso de águas pluviais proposto, com foco na redução dos custos.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nos itens a seguir será apresentado o Referencial Teórico do presente trabalho.

### 2.1 Água na natureza

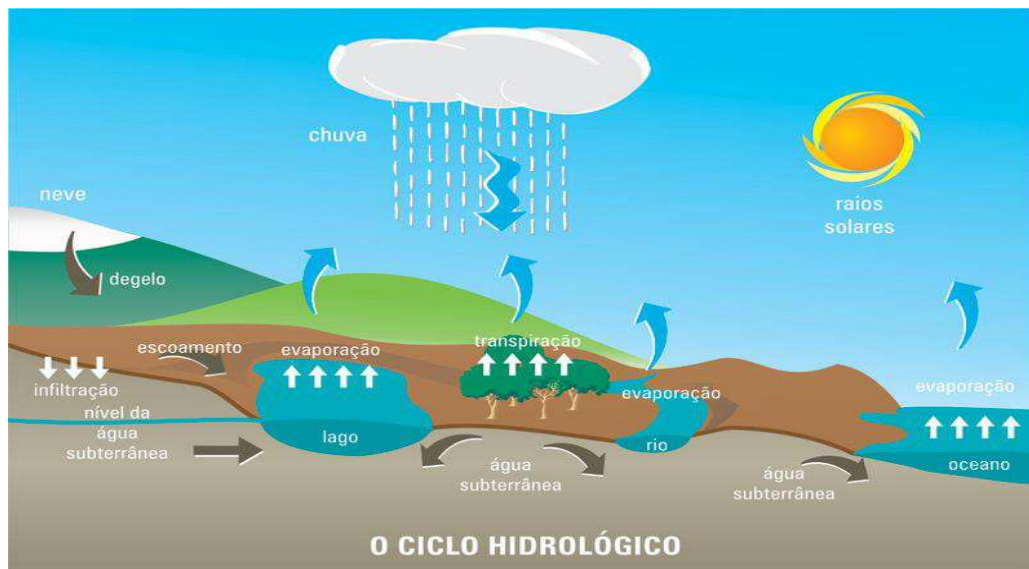
A superfície terrestre é quase completamente coberta por água: água de oceanos, rios, lagos, arroios e córregos. Estima-se o volume de 1.386.000.000 Km<sup>3</sup> de água e sua constituição está presente em dois tipos: água salgada dos mares e água doce presente em rios, lagos, solos, geleiras e em forma de vapor presentes na atmosfera (CONSELHO NACIONAL DA ÁGUA, 2019).

a água pode ser definida como uma substância líquida e insípida, encontrada em grande abundância na natureza. Em estado líquido pode ser encontrada nos mares, rios e lagos. Em estado sólido constitui o gelo e a neve. Em estado de vapor visível na atmosfera formando as nuvens e a neblina e em estado invisível sempre no ar. (GRANZIERA, 2006, p. 25).

É importante ressaltar por ser um fluido vital para todos os seres vivos, é fundamental para consumo humano e para atividade industriais e agropecuárias, dessa forma, como um bem natural global, responsável por aspectos ambientais, financeiros, econômicos, sociais e de mercado.

Através da transformação de estados físicos que água se recicla na natureza em sua forma líquida e sólida. As condições climáticas, geográficas e meteorológicas são observadas em forma de vapor, neblina, chuva ou neve, sendo direcionadas para os oceanos, mares, continentes ou ilhas, destacando-se, desse modo como recurso móvel e de caráter aleatórios, diretamente ligado aos conceitos naturais da vida, dessa forma pode ser notado a constante volume no planeta (TALLES E COSTA, 2010). A Figura 1, trata sobre o ciclo hidrológico.

Figura 1 – Ciclo hidrológico



Fonte: SILVA, 2007

O Planeta Terra possui cerca de 71% de água em estado líquido e 29% em outras formas, dado que justifica o nome de “Planeta Água”. Dessa totalidade, apenas 3% é de água doce. O restante é água salgada. Entretanto, a água utilizada pelos seres humanos para consumo e outras atividades importa em exclusivamente água doce, pois a salgada possui sais e minerais nocivos à saúde humana.

Portanto, a água doce tem grande importância para preservação da vida no Planeta, está diretamente ligada à saúde e à qualidade humana, variação climática, manutenção de rios, lagos e oceanos e melhora a desenvolvimento de plantas e animais. Ou seja, é um recurso essencial para a vida no Planeta Terra. Destaca-se também na economia, pois a mesma contribui para o desenvolvimento do País. É fonte de energia para hidrelétricas, agricultura e atividades industriais.

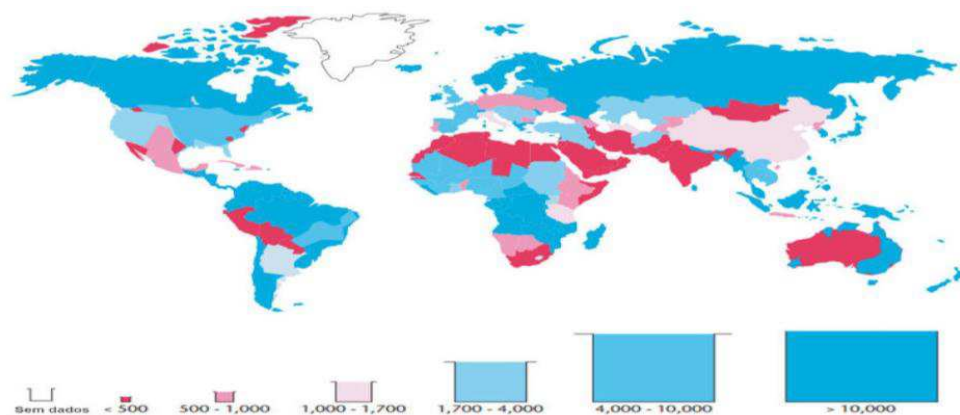
## 2.2 Distribuição da água

Em termos globais, o Brasil possui uma quantidade considerável de água, comparada a outros países. Estima-se que o país possua cerca de 12% da disponibilidade de água doce do planeta. Mas a distribuição natural desse recurso não é equilibrada. A Região Norte, por exemplo, concentra aproximadamente 80% da quantidade de água disponível, mas representa apenas 5% da população brasileira. Já as regiões próximas ao Oceano Atlântico possuem mais de 45% da população, porém, menos de 3% dos recursos hídricos do País (ANA, 2019).

O sistema de distribuição é constituído por reservatórios e redes de distribuição. Os reservatórios visam compensar a diferença de consumo e produção de água, bem como manter a pressão mínima na rede de distribuição e servir às demandas emergenciais. A rede de distribuição é o conjunto de tubulações que leva a água tratada até o consumidor (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2007).

O Brasil registra um elevado desperdício, cerca de 20% a 60% da água tratada perdida na distribuição, isso varia conforme as condições do sistema de abastecimento de água. Além dessa perda que ocorrem no decorrer da distribuição até chegar ao consumidor, o desperdício também consiste em consumo inadequado do consumidor, que por exemplo, o tempo presente no banho, utilização de descargas em vasos sanitários que consomem muita água, lavagem de louças com uso desordenado e outra atividades desenvolvidas pelos seres humanos que necessitam de bastante água (PORTO, 2012). O índice de distribuição per capita no mundo pode ser observada na Figura 2.

Figura 2 – Índice de disponibilidade de água per capita ( $m^3$ /pessoa/ano)



Fonte: SAVEH (2013)

A distribuição da água não se torna homogênea principalmente quando analisada paralelamente ao número de habitantes do mundo. É importante destacar que a má distribuição não aparece somente em disponibilidade de recurso hídricos, mas sim, na própria distribuição dos indivíduos nos continentes. Na maioria das vezes a demanda supera a necessidade hídrica o vetor desse problema e a irregularidade na distribuição.

### **2.3 Uso racional da água**

A água, objetivamente, é um bem natural comum, vital e insubstituível. Ocorre que vivemos numa quadra histórica em que o modo de produção dominante, e hoje globalizado, transforma literalmente tudo em mercadoria, até as coisas mais sagradas e vitais (BOFF, 2005).

O crescimento da população das regiões urbanas vem favorecendo o aumento da demanda por água e para a poluição dos corpos hídricos, tanto por esgotos domésticos, quanto industrial. Este fato resulta em escassez de água em quantidade e de qualidade para satisfação das necessidades das gerações atuais e futuras.

A reutilização de água não é um conceito novo e vem sendo utilizada praticamente há décadas em todo o mundo. O aumento da demanda de água e da população vem tornando o reúso intencional uma prática cada vez mais considerada (SANCHES et al., 2002).

Segundo Oliveira Júnior e Silva Neto (2004), regiões bastante povoadas, como a Sul e Sudeste do país, mesmo possuindo bacias hidrográficas de grande capacidade, já estão passando por dificuldades para obtenção deste insumo devido à falta de quantidade ou qualidade dos mananciais.

Conforme Gonçalves e Silva (2004), a otimização em busca do menor consumo de água nas atividades de uma edificação torna-se o conceito mais apropriado ao termo uso racional da água.

Oliveira (1999) sugere uma definição para uso racional da água que considera duas opções operacionais para um sistema predial:

- Atuação – ação que influencia a redução de consumo, como por exemplo, a instalação de componentes economizadores de água;
- Controle – ação que auxilia a estabilização do consumo de água nos níveis mínimos

alcançados, como por exemplo, a monitoração sistemática do consumo de água e a manutenção adequada do sistema predial.

A problemática relacionado aos recursos hídricos estão gerando preocupação em relação a sua preservação para gerações futuras. As previsões da Organizações das Nações Unidas (ONU) não são nada animadoras com relação ao futuro da água. Em seu Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos de 2015, está a seguinte afirmação:

Percursos de desenvolvimento insustentável e falhas de governança têm afetado a qualidade e disponibilidade dos recursos hídricos, comprometendo a geração de benefícios sociais e econômicos. A demanda de água doce continua aumentando. A não ser que o equilíbrio entre demanda e oferta seja restaurado, o mundo deverá enfrentar um déficit global de água cada vez mais grave. (ONU, 2015, p. 3)

Logo, um dos grandes desafios atuais, a escassez hídrica tem feito com que órgãos públicos de todas as esferas adotem medidas para reduzir o consumo e evitar perdas, por exemplo, em São Paulo e Curitiba existem leis de reaproveitamento de água pluvial, com intuito de gerar uma diminuição no desperdício de água potável, para uso não nobres pela substituição de água da chuva.

### **2.3.1 Uso e qualidade da água**

A transcendência da água para a sociedade, torna-se indispensável. Sua utilização deve ser tratada com segurança para garantir a qualidade e quantidade adequada para gerações futuras. No corpo humano sua presença pode ser encontrada em mais da metade do corpo, demonstrando sua importância e participação na vida das pessoas.

A água tem sua participação em vários setores sociais, presente nas principais atividades e de várias formas, atendendo diversas necessidades, bem como vida doméstica, produção, lazer e bem-estar.

A utilização da água no meio antrópico precisa respeitar certos parâmetros precisando assim atender conceitos de qualidade em relação aos padrões físicos, químicos e biológicos presentes no Quadro 1.



Quadro 1 – Principais parâmetros de qualidade da água

<b>Físicos</b>	cor, turbidez, sabor, odor e temperatura
<b>Químicos</b>	pH, alcalinidade, acidez, dureza, ferro e manganês, cloretos, nitrogênio, fósforo, matéria orgânica, oxigênio dissolvido, micropoluentes inorgânicos e micropoluentes orgânicos
<b>Biológicos</b>	organismos indicadores (coliformes totais, coliformes fecais, estreptococos fecais), algas e bactérias

Fonte: FUNASA, 2015

A qualidade da água pode ser influenciada em relação a ambientes naturais ou antrópicos. A água sofre modificações em seu ciclo natural e também sofre alterações em contato com o homem, pode-se destacar que a qualidade da água está diretamente atrelada a atividade humanas.

Existem parâmetros de qualidade da água que necessitam ser tratadas com certa importância pelo fato de estarem ligada diretamente a qualidade da mesma, destaca-se viabilidade técnica, econômica, política e ambiental.

## 2.4 Padrões de potabilidade

A verificação da potabilidade da água significa analisar se o consumo da mesma segue as exigências imposta pela saúde pública, esses requisitos são norteados por legislações que estabeleçam o uso adequado da água. Sobre padrões de potabilidade da água.

A água própria para o consumo, ou água potável, deve obedecer a certos requisitos na seguinte ordem:

- Organoléptica: não possui odor e sabor objetáveis;
- Física: ser de aspecto agradável; não ter cor e turbidez acima do padrão de potabilidade e temperatura refrescante, em torno de 22°C;
- Química: não conter substâncias nocivas ou tóxicas acima dos limites de tolerância para ser humano;

- Biológica e bacteriológica: não conter algas e nem microrganismos patogênicos acima dos limites estabelecidos no padrão de potabilidade.

O Ministério da Saúde, através da Portaria de Consolidação N° 05/2017 do Ministério da Saúde, Anexo XX, define os padrões de potabilidade da água para consumo humano, a qual importa na qualidade requerida da água tratada e distribuída nos sistemas de abastecimento de água.

I - Água para consumo humano: água potável destinada à ingestão, preparação e produção de alimentos e à higiene pessoal, independentemente da sua origem; (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 5º, I)

II - Água potável: água que atenda ao padrão de potabilidade estabelecido neste Anexo e que não ofereça riscos à saúde; (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 5º, II)

III - Padrão de potabilidade: conjunto de valores permitidos como parâmetro da qualidade da água para consumo humano, conforme definido neste Anexo; (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 5º, III)

IV - Padrão organoléptico: conjunto de parâmetros caracterizados por provocar estímulos sensoriais que afetam a aceitação para consumo humano, mas que não necessariamente implicam risco à saúde; (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 5º, IV)

V - Água tratada: água submetida a processos físicos, químicos ou combinação destes, visando atender ao padrão de potabilidade; (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 5º, V)

VI - Sistema de abastecimento de água para consumo humano: instalação composta por um conjunto de obras civis, materiais e equipamentos, desde a zona de captação até as ligações prediais, destinada à produção e ao fornecimento coletivo de água potável, por meio de rede de distribuição; (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 5º, VI)

VII - Solução alternativa coletiva de abastecimento de água para consumo humano: modalidade de abastecimento coletivo destinada a fornecer água potável, com captação subterrânea ou superficial, com ou sem canalização e sem rede de distribuição; (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 5º,

VIII) VIII - Solução alternativa individual de abastecimento de água para consumo humano: modalidade de abastecimento de água para consumo humano que atenda a domicílios residenciais com uma única família, incluindo seus agregados familiares; (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 5º, VIII)

IX - Rede de distribuição: parte do sistema de abastecimento formada por tubulações e seus acessórios, destinados a distribuir água potável até as ligações prediais; (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 5º, IX)

X - Ligações prediais: conjunto de tubulações e peças especiais, situado entre a rede de distribuição de água e o cavalete, este incluído; (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 5º, X)

XI - Cavalete: kit formado por tubos e conexões destinados à instalação do hidrômetro para realização da ligação de água; (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 5º, XI)

XII - Interrupção: situação na qual o serviço de abastecimento de água é interrompido temporariamente, de forma programada ou emergencial, em razão da necessidade de se

efetuar reparos, modificações ou melhorias no respectivo sistema; (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 5º, XII)

XIII - Intermitência: é a interrupção do serviço de abastecimento de água, sistemática ou não, que se repete ao longo de determinado período, com duração igual ou superior a seis horas em cada ocorrência; (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 5º, XIII)

XIV - Integridade do sistema de distribuição: condição de operação e manutenção do sistema de distribuição (reservatório e rede) de água potável em que a qualidade da água produzida pelos processos de tratamento seja preservada até as ligações prediais; (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 5º, XIV)

XV - Controle da qualidade da água para consumo humano: conjunto de atividades exercidas regularmente pelo responsável pelo sistema ou por solução alternativa coletiva de abastecimento de água, destinado a verificar se a água fornecida à população é potável, de forma a assegurar a manutenção desta condição; (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 5º, XV)

XVI - Vigilância da qualidade da água para consumo humano: conjunto de ações adotadas regularmente pela autoridade de saúde pública para verificar o atendimento a este Anexo, considerados os aspectos socioambientais e a realidade local, para avaliar se a água consumida pela população apresenta risco à saúde humana; (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 5º, XVI)

XVII - Garantia da qualidade: procedimento de controle da qualidade para monitorar a validade dos ensaios realizados; (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 5º, XVII)

XVIII - Recoleta: ação de coletar nova amostra de água para consumo humano no ponto de coleta que apresentou alteração em algum parâmetro analítico; e (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 5º, XVIII)

XIX - Passagem de fronteira terrestre: local para entrada ou saída internacional de viajantes, bagagens, cargas, contêineres, veículos rodoviários e encomendas postais. (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 5º, XIX)

O Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 05 de 05 de Outubro de 2017 dispõe sobre vigilância e sobre os procedimentos para fornecer água em qualidade adequada para o consumo humano.

§ 1º - No controle da qualidade da água, quando forem detectadas amostras com resultado positivo para coliformes totais, mesmo em ensaios presuntivos, ações corretivas devem ser adotadas e novas amostras devem ser coletadas em dias imediatamente sucessivos até que revelem resultados satisfatórios.

§ 2º - Nos sistemas de distribuição, as novas amostras devem incluir no mínimo uma recoleta no ponto onde foi constatado o resultado positivo para coliformes totais e duas amostras extras, sendo uma à montante e outra à jusante do local da recoleta.

§ 3º - Para verificação do percentual mensal das amostras com resultados positivos de coliformes totais, as recoletas não devem ser consideradas no cálculo.

§ 4º - O resultado negativo para coliformes totais das recoletas não anula o resultado originalmente positivo no cálculo dos percentuais de amostras com resultado positivo.

O padrão microbiológico estabelecido pela Portaria de Consolidação nº 5 de 2017, deve ser atendidas as exigências indicadas na lei, caso ocorra uma violação da mesma, deve-se informar as autoridades responsáveis para correr medidas preventivas para tentar solucionar o problema. Na Tabela 1, observa-se os parâmetros microbiológicos e respectivos Valores Máximos Permitidos, por tipo de água.

Tabela 1 - Parâmetros Microbiológicos

Tipo de água		Parâmetro		VMP(1)	
Água para consumo humano		Escherichia coli(2)		Ausência em 100 mL	
Água tratada	Na saída do tratamento	Coliformes totais (3)		Ausência em 100 mL	
	No sistema de distribuição (reservatórios e rede)	Escherichia coli		Ausência em 100 mL	
		Coliformes totais (4)	Sistemas ou soluções alternativas coletivas que abastecem menos de 20.000 habitantes		Apenas uma amostra, entre as amostras examinadas no mês, poderá apresentar resultado positivo
			Sistemas ou soluções alternativas coletivas que abastecem a partir de 20.000 habitantes		Ausência em 100 mL em 95% das amostras examinadas no mês.

Fonte: PORTARIA Nº 5 (2017)

NOTAS: (1) Valor máximo permitido.

(2) Indicador de contaminação fecal.

(3) Indicador de eficiência de tratamento.

(4) Indicador de integridade do sistema de distribuição (reservatório e rede).

#### 2.4.1 Impurezas presentes nas águas

A água, devido suas propriedades de solvente e sua fluidez no transporte de partículas, incorpora diversas impurezas, que caracterizaram sua qualidade. Esta qualidade é resultado de fenômenos naturais e atuação humana. De modo geral, pode-se dizer que a qualidade da água são conjunto de ações naturais e humanas (SPERLING, 2005).

As impurezas na água podem estar presentes na forma dissolvida ou em suspensão. A contaminação pode ocorrer de forma natural ou antrópica. Os tipos de contaminação naturais estão presentes no Quadro 2.

Quadro 2 – Contaminantes naturais da água

<b>Contaminantes naturais da água</b>	
Sólidos em suspensão	Silte, ferro precipitado, coloides etc.
Sais dissolvidos	Contaminadores iônicos, tais como sódio, cálcio, sulfato etc.
Materiais orgânicos dissolvidos	Trihalometados, ácidos húmicos e outros contaminantes não iônicos
Microorganismos	Bactérias, vírus, cistos de protozoários, algas, fungos etc.
Gases dissolvidos	Sulfetos de hidrogênio, metano etc.

Fonte: RICHTER (2012).

## 2.5 Consumo e quantidade da água

Um recurso natural de valor estratégico, econômico e social, fundamental para o bem-estar do ser humano e a preservação do meio ambiente, a água é um importante bem a qual todos cidadãos tem direito, garantido por lei.

Durante muitos anos, a água foi considerada um recurso infinito, sua presença na natureza apresentava-se em abundância. No cenário atual a realidade é outra bem diferente a demanda com o passar do tempo tende a crescer e de forma paralela há um aumento no desperdício de água.

O consumo de água ocorre em três áreas: agricultura, considerada a que mais consome, em seguida pela indústria e por fim as atividades urbano-domésticas.

Segundo a ONU (2013), atividade de irrigação corresponde cerca de 70% no consumo de água, em seguida vem a indústria com 20% e uso urbano-doméstico com 10%.

Na agricultura, as chuvas nem sempre são suficientes para suprir a necessidade demandada à produção agrícola. A medida tomada nessa situação é a irrigação, atividade que consome mais de dois terços da água doce captada no planeta. Além do alto consumo, não é utilizada de forma correta gerando alto índice de desperdício, problema que afeta diretamente a qualidade dos solos e dos recursos hídricos. Os fertilizantes utilizados na agricultura juntamente com agrotóxicos podem causar poluição e contaminação em águas superficiais e subterrâneas

As indústrias tem participação de aproximadamente 22% do consumo total de água, utilizando um grande volume de água limpa. A sua utilização nas indústrias varia e incorporação da água nos produtos e até lavagem de materiais, equipamentos e instalações, sistema de refrigeração e geração de vapor.

O uso doméstico é o terceiro que mais consome água, estando diretamente ligado ao comportamento das pessoas, tanto para quantificar o volume de água utilizado, quanto para distribuir o consumo entre os usos comuns das residências. Segundo o Ministério da Saúde, para que a água seja adequada para o uso, ou seja, ser potável, deve atender parâmetros e características microbiológicas, físicas, químicas e radioativas que atendem o padrão de potabilidade. Por isso, antes de chegar as torneiras das casas a mesma recebe tratamento em Estações de Tratamento de Água (ETA) para ser distribuída com segurança sanitária adequada.

Logo, a falta deste bem essencial afeta a produção de alimentos e produção de energia, principalmente. O consumo correto e medidas preventivas contra o desperdício representa uma grande importância na garantia de consumo consciente e com ligação direta na qualidade da água.

## **2.6 Legislação relacionada às águas no Brasil**

A Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), instituída pela Lei nº 9.433/1997, baseia-se nos seguintes fundamentos:

- I – A água é um bem de domínio público;
- II – A água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico;
- III – Em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais;
- IV – A gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas;

V – A bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;

VI – A gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades (PNRH, 1997).

A Lei nº 9.433/1997, tem como finalidade assegurar para a população, a qualidade e disponibilidade da água e qualidade para atender as necessidades exigidas. O uso racional dos recursos hídricos e ações preventivas contra fatores que podem alterar desperdícios dos recursos visando a prevenção do recurso.

A Política Nacional de Recursos Hídricos baseia-se nos seguintes fundamentos:

I - a água é um bem de domínio público;

II - a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico;

III - em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais;

IV - a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas;

V - a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;

VI - a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades

A Resolução CONAMA Nº 430, de 13 de Maio de 2011 dispõe sobre os receptores. Esta Resolução mesma alterou parcialmente e complementou a Resolução CONAMA Nº 357, de 17 de Março de 2005 a qual “dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de águas superficiais, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes (CONAMA, 2005). No Capítulo III relata as condições os padrões de qualidade da água, temos assim na seção I as disposições gerais:

Art. 7º Os padrões de qualidade das águas determinados nesta Resolução estabelecem limites individuais para cada substância em cada classe;

Parágrafo único. Eventuais interações entre substâncias, especificadas ou não nesta Resolução, não poderão conferir às águas características capazes de causar efeitos letais ou alteração de comportamento, reprodução ou fisiologia da vida, bem como de restringir os usos preponderantes previstos, ressalvado o disposto no § 3º do art. 34, desta Resolução.

Art. 8º O conjunto de parâmetros de qualidade de água selecionado para subsidiar a proposta de enquadramento deverá ser monitorado periodicamente pelo Poder Público.;

§ 1º Também deverão ser monitorados os parâmetros para os quais haja suspeita da sua presença ou não conformidade;

§ 2º Os resultados do monitoramento deverão ser analisados estatisticamente e as incertezas de medição consideradas;

§ 3º A qualidade dos ambientes aquáticos poderá ser avaliada por indicadores biológicos, quando apropriado, utilizando-se organismos e/ou comunidades aquáticas;

§ 4º As possíveis interações entre as substâncias e a presença de contaminantes não listados nesta Resolução, passíveis de causar danos aos seres vivos, deverão ser investigadas utilizando-se ensaios ecotoxicológicos, toxicológicos, ou outros métodos cientificamente reconhecidos;

§ 5º Na hipótese de os estudos referidos no parágrafo anterior tornarem-se necessários em decorrência da atuação de empreendedores identificados, as despesas da investigação correrão as suas expensas;

§ 6º Para corpos de água salobras continentais, onde a salinidade não se dê por influência direta marinha, os valores dos grupos químicos de nitrogênio e fósforo serão os estabelecidos nas classes correspondentes de água doce.

Art. 9º A análise e avaliação dos valores dos parâmetros de qualidade de água de que trata esta Resolução serão realizadas pelo Poder Público, podendo ser utilizado laboratório próprio, conveniado ou contratado, que deverá adotar os procedimentos de controle de qualidade analítica necessários ao atendimento das condições exigíveis;

§ 1º Os laboratórios dos órgãos competentes deverão estruturar-se para atenderem ao disposto nesta Resolução;

§ 2º Nos casos onde a metodologia analítica disponível for insuficiente para quantificar as concentrações dessas substâncias nas águas, os sedimentos e/ou biota aquática poderão ser investigados quanto à presença eventual dessas substâncias.

A Política Nacional de Saneamento Básico, Lei nº 11.445/2007, trata sobre conjunto de serviços de abastecimento público de água potável, coleta, tratamento e disposição final dos esgotos sanitários drenagem e tratamento de águas pluviais urbanas, atrelado na limpeza urbana e o direcionamento correto dos resíduos sólidos.

No Art. 11 são apresentadas as condições e prestação adequada ao saneamento básico vigente na lei.

I - A existência de plano de saneamento básico;

II - A existência de estudo comprovando a viabilidade técnica e econômico-financeira da prestação universal e integral dos serviços, nos termos do respectivo plano de saneamento básico;

III - A existência de normas de regulação que prevejam os meios para o cumprimento das diretrizes desta Lei, incluindo a designação da entidade de regulação e de fiscalização;



IV - A realização prévia de audiência e de consulta públicas sobre o edital de licitação, no caso de concessão, e sobre a minuta do contrato.

§ 1º Os planos de investimentos e os projetos relativos ao contrato deverão ser compatíveis com o respectivo plano de saneamento básico.

§ 2º Nos casos de serviços prestados mediante contratos de concessão ou de programa, as normas previstas no inciso III do caput deste artigo deverão prever:

I - a autorização para a contratação dos serviços, indicando os respectivos prazos e a área a ser atendida;

II - A inclusão, no contrato, das metas progressivas e graduais de expansão dos serviços, de qualidade, de eficiência e de uso racional da água, da energia e de outros recursos naturais, em conformidade com os serviços a serem prestados;

III - As prioridades de ação, compatíveis com as metas estabelecidas;

IV - As condições de sustentabilidade e equilíbrio econômico-financeiro da prestação dos serviços, em regime de eficiência, incluindo:

a) o sistema de cobrança e a composição de taxas e tarifas;

b) a sistemática de reajustes e de revisões de taxas e tarifas;

c) a política de subsídios;

V - Mecanismos de controle social nas atividades de planejamento, regulação e fiscalização dos serviços;

VI - As hipóteses de intervenção e de retomada dos serviços.

§ 3º Os contratos não poderão conter cláusulas que prejudiquem as atividades de regulação e de fiscalização ou o acesso às informações sobre os serviços contratados.

§ 4º Na prestação regionalizada, o disposto nos incisos I a IV do caput e nos §§ 1º e 2º deste artigo poderá se referir ao conjunto de municípios por ela abrangidos.

Segundo a Lei nº 9.433 de 1997 o regime de outorga de direitos de uso de recursos hídricos tem como objetivos assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água.

No Art. 12. estão sujeitos a outorga pelo Poder Público os direitos dos seguintes usos de recursos hídricos:

I - derivação ou captação de parcela da água existente em um corpo de água para consumo final, inclusive abastecimento público, ou insumo de processo produtivo; II - extração de água de aquífero subterrâneo para consumo final ou insumo de processo produtivo; III - lançamento em corpo de água de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, tratados ou não, com o fim de sua diluição, transporte ou disposição final; IV - aproveitamento dos potenciais hidrelétricos; V - outros usos que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água existente em um corpo de água.

### 2.6.1 Lei Municipal – São Paulo/SP

A Lei Municipal nº 16.174, de 22 de abril de 2015 estabelece regramento e medidas para fomento ao reúso de água para aplicações não potáveis, oriundas do polimento do efluente final do tratamento de esgoto, de recuperação de água de chuva e revoga a Lei Municipal nº 13309/2002, no âmbito do município de São Paulo.

Art. 1 -A Prefeitura do Município de São Paulo adotará preferencialmente a água de reúso, proveniente do polimento do efluente final das Estações de Tratamento de Esgoto ou da recuperação de água de chuva, para aplicações urbanas, que não requeiram água potável, em obras e serviços executados com mão de obra própria ou contratados, como:

I -lavagem de ruas, calçadas, praças públicas, monumentos, túneis, pátios e estacionamentos de próprios municipais e outros logradouros;  
 II-lavagem de lagos e fontes ornamentais;  
 III - desobstrução/limpeza de galerias de águas pluviais, bueiros, bocas de lobo e piscinões;

IV - lavagem de caminhões e carretas de lixo e pátios de transbordo de resíduos sólidos urbanos (RSU) e postos de entrega voluntária (PEVs);

V - umectação de ajuste para umidade ótima na terraplenagem;

VI - cura e água de mistura de concreto não estrutural;

VII - lamas de lubrificação em métodos de construção não destrutivos como perfurações unidirecionais;

VIII - emulsão para lubrificação de rolos compressores em serviços de pavimentação asfáltica;

IX - umidificação de pavimento para aumentar a umidade relativa do ar em logradouros em que sua redução na estiagem se tornou problema para a saúde pública;

X - lavagem de fachadas e jateamento para sua recuperação e envidraçamento, em havendo condições que evitem a dispersão de névoa ou isolamento adequado para o tráfego de transeuntes;

XI - operações de rescaldo após incêndios, realizadas por bombeiros.

Parágrafo Único - A lavagem externa de trens urbanos e de metrô e aviões com água de reúso poderá ser incentivada pelo Executivo, no que couber, de cooperação com a concessionária Sabesp e empresas destes setores.

### 2.6.2 Lei Municipal – Curitiba-PR

Em Curitiba, o poder público tem tomado medidas preventivas contra a escassez da água, A necessidade de mecanismos de uso através de mecanismos de uso racional da água nas edificações. A Lei nº 10.785/03 que instituiu o PURAE - Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações, decreta:

Art. 1º Na aprovação dos projetos de construção de novas edificações destinadas aos usos a que se refere a Lei nº 9.800/00 e Decreto nº 183/00, deverão apresentar as medidas

estabelecidas neste regulamento atendendo as disposições do PURAE - Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações.

Art. 2º Para o licenciamento de construções no Município, fica obrigatória que no projeto de instalações hidráulicas seja prevista a implantação de mecanismo de captação das águas pluviais, nas coberturas das edificações, as quais deverão ser armazenadas para posterior utilização em atividades que não exijam o uso de água tratada.

Parágrafo Único - A execução dos mecanismos previstos no projeto citado no "caput" deste artigo, é de responsabilidade do proprietário e do profissional responsável pela execução da obra, devendo a mesma ser concluída antes de ocorrer a habitação da edificação.

Art. 3º Nos edifícios de habitação coletiva cuja área total construída por unidade seja igual ou superior a 250m<sup>2</sup> (duzentos e cinquenta metros quadrados) e nas construções de habitações unifamiliares em série e conjuntos habitacionais independentemente da área construída, além do disposto no Art. 2º deste decreto, serão também instalados hidrômetros para medição individualizada do volume de água por unidade.

Parágrafo Único - Para aplicação deste artigo para os edifícios de habitação coletiva, deverá ser considerado o valor da área total construída por unidade, mediante aplicação da seguinte fórmula:

A unidade = AT / Nº unidades, onde:

A unidade = Área construída por unidade, em m<sup>2</sup>,

AT = Área total construída no lote, em m<sup>2</sup>,

No unidades = número de unidades habitacionais.

Art. 4º Na aprovação dos projetos citados no Art. 1º, deverá ser apresentado Termo de Responsabilidade do proprietário e responsável técnico, quanto ao atendimento do presente decreto e quanto à utilização de aparelhos e dispositivos redutores do consumo de água, tais como: bacias sanitárias de volume reduzido de descarga e torneiras dotadas de arejadores.

Parágrafo Único - Nas edificações comerciais e industriais os pontos de consumo de água, deverão ter controle de volume fixo de descarga.

Art. 5º As cisternas e reservatórios deverão ser dimensionados para cada caso, devendo ser instalados nas próprias áreas dos imóveis, excluído as faixas de recuo predial obrigatório.

## 2.7 Aproveitamento de Água da Chuva

A busca de fontes alternativas para o uso sustentável de recursos hídricos e sua captação vem ganhando espaço com o passar dos anos o aproveitamento de água pluvial torna-se uma estratégia viável para minimizar os problemas de escassez, bem como a reduz a demanda por água potável.

Em março de 2008 entrou em vigor a ABNT NBR 15527/2007 que regulamenta projetos cujo escopo seja o aproveitamento de águas pluviais, para fins não potáveis, de coberturas em áreas urbanas (ALVES, 2010).

### **2.7.1 Precipitação atmosférica**

Um principal componente do ciclo hidrológico, é constituído pela interação entre água da atmosfera e a chuva do solo, relacionado ao escoamento superficial. O conceito de precipitação entende-se como todas as formas de umidade transferidas da atmosfera para superfície terrestre.

Precipitação é a liberação de água proveniente do vapor d'água da atmosfera sobre a superfície da Terra, apresentando-se sob diversas formas: orvalho, chuveiro, chuva, granizo, saraiva ou neve, diferenciando-se umas das outras através do estado físico em que a água se encontra (TUCCI, 2001; VILLIERS, 2002).

A condensação do vapor d'água presente na atmosfera é resultante do seu resfriamento a ponto de saturação, podendo ocorrer devido a ação frontal de outras correntes eólicas, topografia acentuada, fenômenos de convecção térmica ou a combinação de todas essas causas (GARCEZ e ALVARES, 1988).

A precipitação é o retorno, à superfície terrestre, da água que passou pela mudança de estado da fase líquida à fase gasosa. Para essa transformação é necessário que a água receba calor ou seja, calor latente para que ocorra a mudança de estado físico. Ao retornar ao estado líquido é liberada energia, podendo sofrer o processo de solidificação. A transformação do estado líquido para o sólido com esse processo pode ocorrer o desprendimento na quantidade de calor latente de liquefação, ou fenômeno que é a passagem do estado sólido para fase líquida.

O processo de condensação é o inverso da evaporação. Pela condensação, o vapor d'água se transforma em água. Há uma diferença fundamental entre condensação e precipitação. Pela condensação do vapor d'água, formam-se as nuvens e nevoeiros. Somente com a coalescência de várias gotículas de uma nuvem ou nevoeiro, que se unem para formar gotas maiores, é que pode ocorrer a precipitação. No processo de condensação de 1 grama de vapor d'água, é liberada uma quantidade de calor correspondente a 590 calorias, denominada "calor latente de vaporização" (CALIRUI E CUNHA, 2013).

Percebe-se, que além de todos os benefícios, utilizar água da chuva pode fazer com que os problemas com desperdício sejam minimizados. Como o escoamento superficial será menor, conseqüentemente menor quantidade de água acumulada, causando assim uma melhoria na utilização da água potável com maior eficiência, reduzindo o índice de desperdício de água.

### **2.7.2 Captação da água da Chuva**

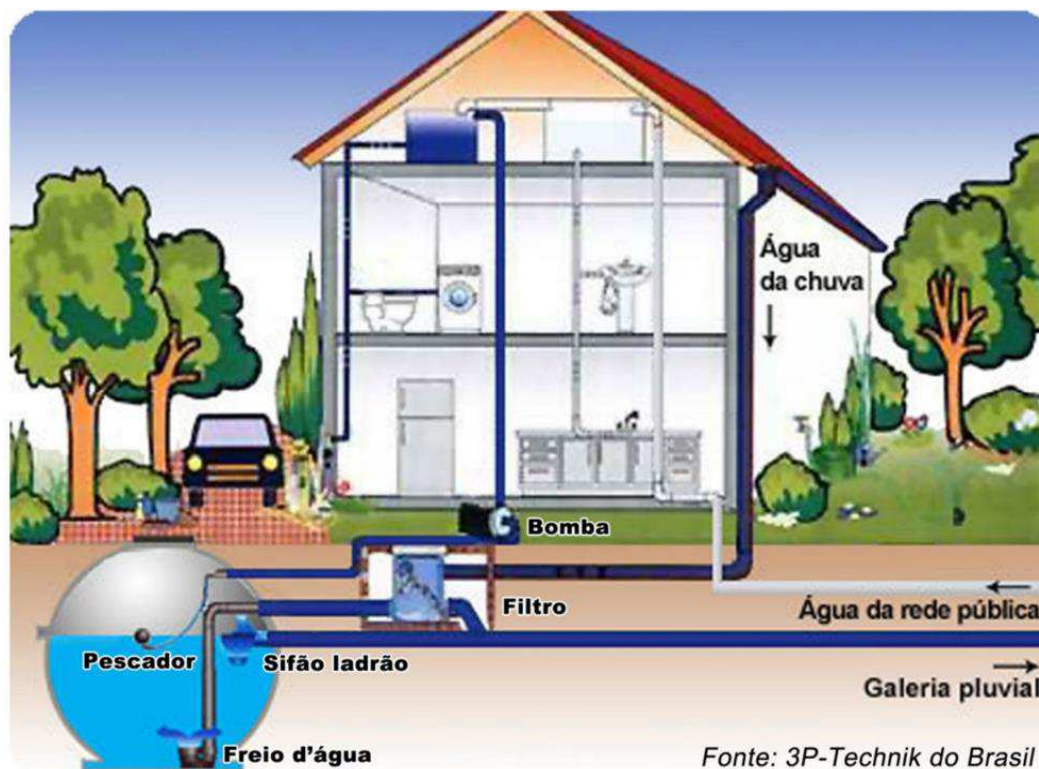
A água pluvial é uma forma antiga e das mais simples de abastecimento. Relatos referentes ao armazenamento e aproveitamento da água pluvial tem sido um método exercido por diferentes civilizações ao longo do tempo em vários lugares do mundo. Registros históricos indicam inúmeras cisternas escavadas em rochas, utilizadas para o armazenamento da água da chuva, que são anteriores à 3000 a.C. (SAUTCHÚK, 2004; MARINOSKI, 2007).

O sistema de captação da água pluvial pode ser simples ou de complexas instalações podendo conter diversos tipos de dispositivos. Os sistemas simples dependem fundamentalmente de três elementos: precipitação, condutos horizontais e verticais e do reservatório de armazenamento. Já os sistemas complexos, são indicados para empreendimentos de grande porte, pois requerem assistência profissional, investimentos e reservatórios maiores ou interligados para armazenar grandes volumes de água (WATERFALL, 2002).

A água de chuva, utilizada como fonte alternativa para o consumo, é citada por Mierzwa et al (2007), Seeger et al. (2007), May (2004), Kobiyana et al. (2002), Tomaz (2003), como uma ação que minimiza o problema ambiental causado pela escassez de água, mesmo para usos não potáveis.

A interligação das estruturas ocorre através de condutos horizontais (calhas) e verticais (canos), grades, filtros e caixa de armazenamento da primeira chuva, quando necessário. O sistema poderá trabalhar por gravidade ou através da inserção de bombas para realizar a condução da água para outros reservatórios (OLIVEIRA, 2008). A Figura 3 ilustra o esquema de com a composição de um sistema de coleta de água pluvial.

Figura 3 – Sistema de captação de água da chuva



Fonte: 3P Technik do Brasil Ltda (2014)

De acordo com a NBR 15.527 de 2007, cada componente do sistema de captação de água deve seguir as exigências de dimensionamento presentes na norma. O dimensionamento de calhas e condutores horizontais e verticais deve seguir a ABNT NBR 10.884/1989 que trata sobre instalações prediais de águas pluviais, assim como para o dimensionamento dos reservatórios devem ser aplicados os conceitos do método de Rippil será exposta mais à frente, no item 2.7.5. Estima a capacidade do reservatório poderá ser obtida do somatório do volume de água disponível em cada período analisado.

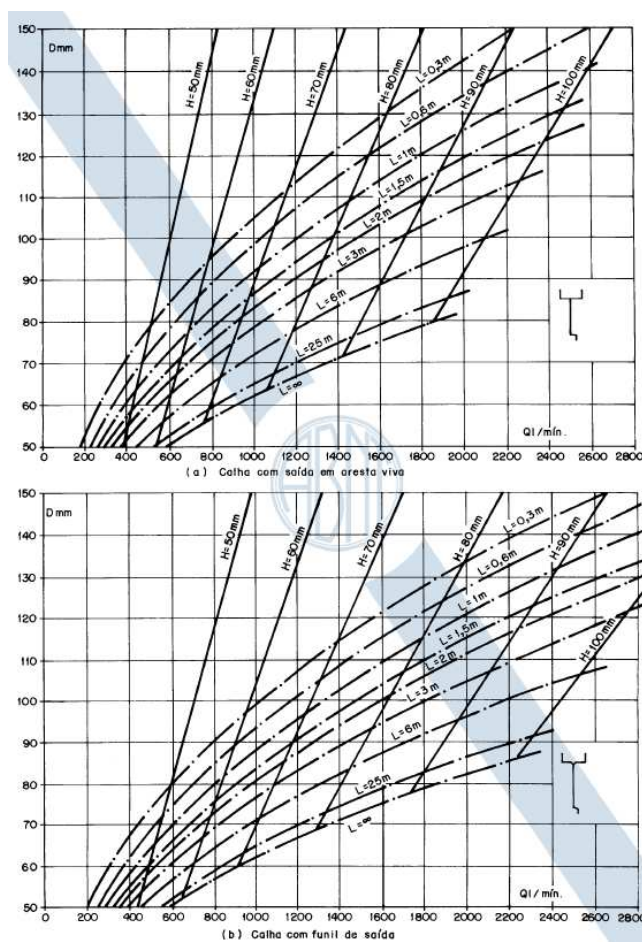
### 2.7.3 Dispositivos de condução da água (horizontal e vertical)

A água precipita sobre a superfície de recolhimento, então é direcionada para as calhas que, por dispositivos de condução, levam-na para as cisternas (WEIERBACHER, 2008). Junto com a água são carregados sedimentos, folhas, detritos indesejáveis que podem prejudicar o funcionamento do sistema de captação, como, por exemplo, obstruindo os condutores e ocasionando o crescimento de culturas bacterianas no interior da tubulação (MACHADO, 2013).

O dimensionamento de condutores verticais e horizontais deve seguir os parâmetros da ABNT NBR 10.844 de 1989 para evitar perda da precipitação depositada no telhado da edificação, podendo até ser utilizado o uso de extravasores como segurança. As calhas e condutores verticais conduzem a água coletada para os dispositivos filtrantes, ou diretamente para o reservatório. Podem ser de PVC ou materiais metálicos e de concreto, foi adotada a fórmula da vazão de projeto recomenda por CREDER (2006), a qual já considera o coeficiente de escoamento  $c=1,0$ .

A Figura 4 ilustra o ábaco de determinação do diâmetro do condutor vertical.

Figura 4 – Ábaco de determinação de diâmetros verticais



Fonte: ABNT NBR 10.844 (1989)

Segundo Karlinski (2015), para que não ocorram obstruções e deficiência no sistema, aconselha-se a instalação de grelhas, para impedir que os detritos maiores cheguem na tubulação.

Mesmo com a execução da instalação da grelha é necessário inspecionar periodicamente os condutores horizontais e verticais (MACHADO, 2013).

Figura 5 – Sistema de grade localizada sobre grelha



Fonte: Waterfall (2002) *apud* May (2004, p. 38)

A captação da água pluvial é feita na maioria das vezes pela própria cobertura da edificação, com isso ocorre uma diminuição dos custos e trabalhando assim por gravidade o sistema de armazenamento da água.

A inclinação do telhado facilita a captação da água, logo após a precipitação que cai no telhado é direcionada para as calhas de coleta, resultando a captação da água de reutilização.

O dimensionamento das calhas deverá obedecer a ABNT NBR 10.844/1998, a qual trata de instalações prediais de águas pluviais. Conforme esta norma técnica, para determinação. Para determinação da vazão na calha utiliza-se a Equação 1.

$$Q = \frac{I \times A}{60} \quad (1)$$



Onde :

Q = vazão do projeto (L/min);

I = intensidade de chuva (mm/h);

A = área de contribuição (m<sup>2</sup>).

O dimensionamento das calhas é calculado através da fórmula de Manning, segundo a NBR 10844/89, conforme apresentado na Equação 2:

$$Q = 60000 \times \left(\frac{A}{n}\right) \times R_H^{2/3} \times S^{1/2} \quad (2)$$

Onde:

Q= vazão do projeto (L/min);

A= área da seção molhada (m<sup>2</sup>);

P= perímetro molhado (m);

n= coeficiente de rugosidade de Manning;

R<sub>H</sub>=raio hidráulico (m);

S= declividade (m / m).

O coeficiente de rugosidade de Manning é utilizado conforme o tipo de material da calha, sendo seus valores indicados no Quadro 3.

Quadro 3 – Coeficientes de rugosidade de Manning.

Material	n
Plástico, fibrocimento, aço, metais não-ferrosos	0,011

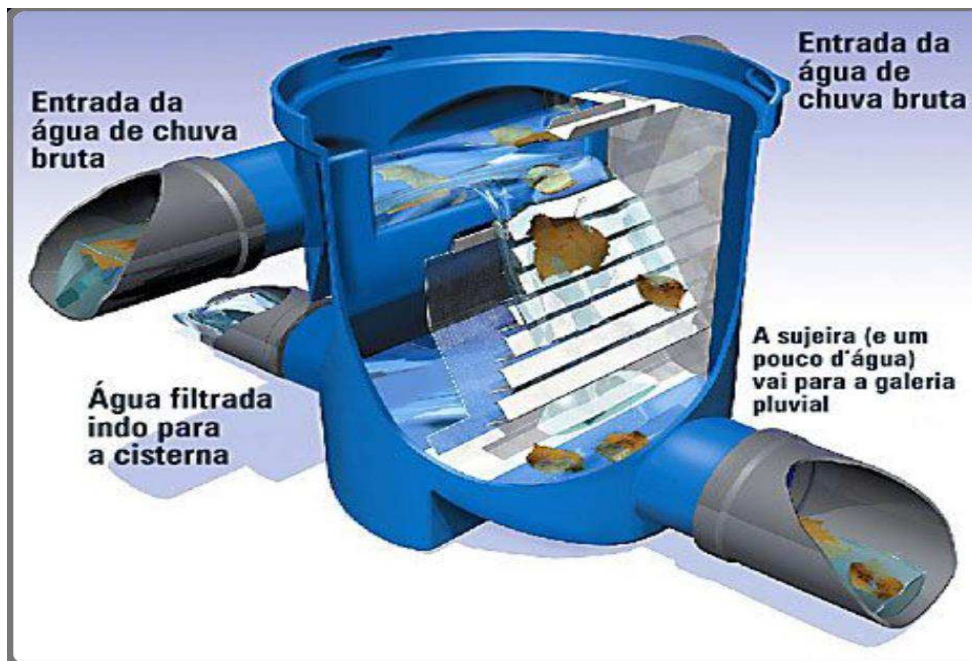
Ferro fundido, concreto alisado, alvenaria revestida	0,012
Cerâmica, concreto não alisado	0,013
Alvenaria de tijolos não-revestida	0,015

Fonte: ABNT NBR 10.844 (1989).

#### 2.7.4 Dispositivos filtrantes

A filtração é um processo de separação sólido-líquido, envolvendo fenômenos físicos, químicos e, às vezes, biológicos. Esta ação visa a remoção das impurezas da água por sua passagem através de um meio poroso, como por exemplo, areia limpa (RICHTER, 2012). A Figura 6 ilustra o filtro de água da chuva.

Figura 6 – Filtro de água da chuva



Fonte: OLIVEIRA (2007)

Um problema presente no sistema de reutilização de água da chuva é a grande quantidade de sujeiras presentes nas calhas de captação e por esse motivo os dispositivos de filtragem, sejam eles grades ou filtros, tem grande finalidade para uma melhora na qualidade da água captada, tais componentes retêm o material e interfere na passagem da água (HAGEMANN, 2009).

- **Previsão de consumo de água não potável.**

Na Tabela 2 ilustra a previsão do consumo de água não potável. Destacando-se o volume de cada componente do sistema sanitário e outras áreas que podem ser utilizada água de reutilização pluvial.

Tabela 2 - Demanda de água não potável

<b>Demanda</b>	<b>Unidade</b>	<b>Faixa</b>
<b>Uso interno</b>		
Vaso Sanitário – Volume	L/descarga	6 a 15
Vaso Sanitário – Frequência	Descarga/hab/dia	3 a 6
Lavagem de roupas – Volume	L/ciclo	108 a 189
Lavagem de roupas – Frequência	Carga/hab/dia	0,2 a 0,37
<b>Uso externo</b>		
Gramado ou Jardim – Volume	L/dia/m <sup>2</sup>	2
Gramado ou Jardim – Frequência	Lavagem/mês	8 a 12
Lavagem de carro – Volume	L/lavagem/carro	80 a 150
Lavagem de carro – Frequência	Lavagem/mês	1 a 4
Lavagem de área impermeável – Volume	L/lavagem/carro	80 a 150
Lavagem de área impermeável – Frequência	Lavagem/mês	1 a 4
Manutenção de piscinas	L/dia/m <sup>2</sup>	3

Fonte: TOMAZ (2003).

### 2.7.5 Reservatório de armazenamento

O reservatório de armazenamento de água pluvial tem a função de reter e armazenar a água captada. O dimensionamento depende de três fatores principais: demanda a ser atendida, área de captação e características pluviais do local (ANA, 2004). O reservatório destinado para aproveitamento de água pluvial representa grande parte no custo da elaboração do projeto, sendo um dos principais componentes do sistema, uma vez que está diretamente ligado ao fator técnico e econômico da instalação (TOMAZ, 2005).

O reservatório de armazenamento consiste no investimento mais significativo no sistema de reúso de água da chuva. A sua localização, capacidade e a seleção do material deverá ser objeto de cuidadosa reflexão, pois a eficiência do sistema dependerá dessas escolhas realizadas (BERTOLO, 2006).

A instalação do reservatório depende primeiramente da quantidade de água potável que será substituída por água oriunda da chuva. Ligado a isso, outras variáveis são essenciais para o dimensionamento do volume do reservatório, como a precipitação local, área de captação e a demanda exigida (GHISI, 2006).

O dimensionamento do reservatório do abastecimento de água deve conter uma regularização entre a vazão de adução e distribuição, para que ocorra um bom rendimento do sistema e atender as pressões presentes na rede de distribuição, assegurando assim um padrão de qualidade e uma boa distribuição.

O reservatório considerado o elemento de distribuição de sistema de abastecimento de água que se destina a regularização da variação presente entre as vazões de adução e de distribuição para adequar as pressões na rede de distribuição e assegurar um padrão de qualidade e boa distribuição.

O volume do reservatório é calculado pela diferença entre a demanda ou consumo e volume de chuva aproveitável, como indicado na Equação 3.

$$S(t) = D(t) - Q(t) \quad (3)$$

Onde:

$S(t)$  - volume de água no reservatório no tempo  $t$ ;

$Q(t)$  - é o volume de chuva aproveitável no tempo  $t$ ;

$D$  -demanda ou consumo no tempo  $t$ .

O volume de chuva aproveitável no tempo  $t$  é calculado através da Equação 4.

$$Q(t) = C \times Precipitação(t) \times \text{Área de captação} \quad (4)$$

$C$  - Coeficiente de escoamento superficial.

$$V = \sum S(t), \text{ para } S(t) > 0 \quad (5)$$

Sendo que:  $\sum D(t) < \sum Q(t)$

$V$  – Volume do reservatório.

A Tabela 3 - Demonstra os parâmetros para o dimensionamento do reservatório pelo método de Rippl.

Tabela 3 – Dimensionamento do reservatório pelo método de Rippl.

1	2	3	4	5	6	7	8
	<b>Chuva Média mensal</b>	<b>Demanda constante mensal</b>	<b>Área de Captação</b>	<b>Volume mensal de chuva</b>	<b>Diferença entre volume demandado e volume de chuva</b>	<b>Volume do Reservatório</b>	<b>Situação do reservatório</b>
<b>Meses</b>	(mm)	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )

Fonte: Adaptado, TOMAZ (2009).

Para a determinação do volume do reservatório, destaca-se os conceitos de cada coluna presente na Tabela 2.

- Coluna 1 – É o período correspondente de janeiro a dezembro;
- Coluna 2 – Chuvas médias mensais em milímetros;
- Coluna 3 – Demanda mensal que foi imposta de acordo com as necessidades. A demanda também pode ser denominada de consumo mensal e é fornecido em metros cúbicos;
- Coluna 4 – É a área de captação da água de chuva que é suposta constante durante o ano;
- Coluna 5 – Volumes mensais disponíveis da água de chuva. É obtido multiplicando-se a coluna 2 pela coluna 4 e pelo coeficiente de runoff e dividindo-se por 1000 para que o resultado do volume seja em metros cúbicos;
- Coluna 6 – Diferenças entre os volumes da demanda e os volumes de chuva mensais. É na prática a subtração da coluna 3 e coluna 5. O sinal negativo indica que há excesso de água e o sinal positivo indica que o volume de demanda, nos meses correspondentes supera o volume de água disponível;
- Coluna 7 – Diferenças acumuladas da coluna 6 considerando somente os valores positivos. Para preencher esta coluna foi admitida a hipótese inicial de o reservatório estar cheia;
- Coluna 8 – O preenchimento da coluna 8 é feito usando as letras E, D e S.

Onde:

E = água escoando pelo extravasor;

D= nível de água baixando;

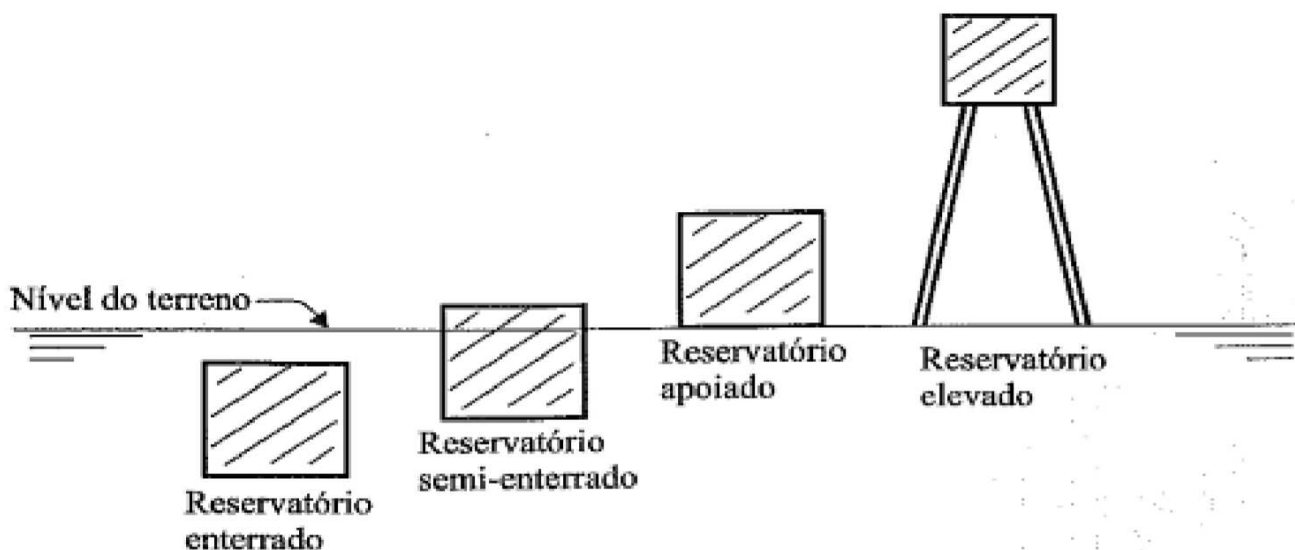
S= nível de água subindo.

Os dispositivos de armazenatamento se classificam em elevadodos, apoiados, enterrados e semienterrados.

Os reservatórios elevados tem seu fundo com cota superior ao sistema de distribuição, facilitando assim a pressão exigida pelo sistema. Os reservatórios enterrados são construídos

abaixo da cota do terreno e geralmente são responsáveis pela maior parte da distribuição, os reservatórios semienterrados são aqueles que apresentam pelo menos um terço da sua altura está abaixo da cota do terreno e o reservatório apoiado posicionado sua base no nível do terreno (HELLER, 2010; TSUTIYA, 2006). A Figura 7 ilustra os tipos de reservatórios de acordo com o seu posicionamento.

Figura 7 – Tipos de reservatório em relação ao terreno



Fonte: Tsutiya (2006)

### 2.7.6 Filtro de areia

Dispositivo com o fundo drenante preenchido com areia e outros meios filtrantes, onde ocorre a remoção de poluentes, tanto biológicos quanto físicos. O dimensionamento do filtro de areia deve seguir as características construtivas dispostas na ABNT NBR 13.969/97 garantindo manutenção da condição aeróbia no seu interior e a alternância de uso (FILHO; JUNIOR, 2014).

A manutenção deve ser feita no período de repouso de um dos filtros, essa atividade caracterizada como simples, segundo a ABNT NBR 13.969/97. Logo após a remoção da sujeira e secagem da mesma, deve-se fazer a raspagem e material presente na superfície. A camada removida

de areia e vegetação existente deve ser retirada da superfície do filtro. Diante da Equação 6, calcula-se a área superficial necessária.

$$A = \frac{Q}{T_a} \quad (6)$$

Onde:

A= Área superficial necessária, em m<sup>2</sup>;

Q= Vazão dos efluentes considerados;

T<sub>a</sub>= Taxa de aplicação de efluente adotada.

### 2.7.7 Bombeamento

Para o dimensionamento do sistema de bombeamento devem ser observadas as recomendações das tubulações de sucção e recalque do sistema, velocidades mínimas de sucção e escolha do conjunto motor-bomba (ABNT, 2007).

- **Vazão de recalque**

Pierezan (2005) determina a vazão de recalque através do cálculo da Equação 7.

$$Q_{rec} = \frac{CD}{NF} \quad (7)$$

Q<sub>rec</sub>= vazão de recalque (m<sup>3</sup> / h);

CD= consumo diário de água não potável (m<sup>3</sup> / dia);

NF= número de horas de funcionamento da bomba.



- **Diâmetro de recalque**

ABNT (NBR-5626). Recomendada para funcionamento intermitente ou não contínuo.

Equação 8.

$$Dr = 1,3 \times \sqrt[4]{\frac{T}{24}} \times \sqrt{Q} \quad (8)$$

$Dr$  = diâmetro de recalque (m ou mm);

$T$  = período - número horas de funcionamento da bomba por dia;

$Q$  = vazão ( $m^3/s$  ou  $m^3/h$ ).

Na ABNT NBR 5626/1998 recomenda-se adotar 6 horas de funcionamento da bomba. Para o diâmetro de sucção adota-se valor imediatamente superior ao estabelecido para o recalque (ABNT, 1998).

- **Altura manométrica**

Altura manométrica total pode ser conceituada como a energia por unidade de peso que o sistema solicita para transportar o fluido do reservatório de sucção para o reservatório de descarga, com uma determinada vazão. O cálculo da altura manométrica total é formulada conforme a Equação 9.

$$H_{man} = H_{man, rec} + H_{man, suc} \quad (9)$$

Onde:

$H_{man}$  = altura manométrica total (m);

$H_{man, rec}$  = altura manométrica de recalque (m);

$H_{man, suc}$  = altura manométrica de sucção (m).

$$H_{man, rec} = H_{rec} + \Delta H_{rec} \quad (10)$$

Onde:

$H_{rec}$ = desnível entre a bomba e o ponto mais alto do recalque (m);

$\Delta H_{rec}$ = perda de carga do recalque.

$$\Delta H_{rec} = j_{rec} \times L_{trecho} \quad (11)$$

Onde:

$j_{rec}$ = perda unitária no recalque;

$L_{trecho}$ = comprimento real da tubulação mais os comprimentos equivalentes.

$$H_{man, suc} = H_{suc} + \Delta H_{suc} \quad (12)$$

Onde:

$H_{man, suc}$ = altura manométrica de sucção (m);

$H_{suc}$ = desnível entre a bomba e o ponto mais alto da sucção (m);

$\Delta H_{suc}$ = perda de carga na sucção.

$$\Delta H_{suc} = j_{suc} \times L_{trecho} \quad (13)$$

Onde:

$j_{suc}$ = perda unitária na sucção;

$L_{tsuc}$ =comprimento real da tubulação de sucção mais os comprimentos equivalentes.

- **Escolha da bomba**

Calculado o valor da altura manométrica total e a vazão de recalque, é necessário a utilização do catálogo do fornecedor para a determinação da potência da bomba ou calcular a potência por meio da respectiva equação de cálculo e os acréscimos de potência necessários. A

utilização da Equação 14, e os acréscimos na Tabela 4, respectivamente.

$$N = \frac{100 \times Q \times H_m}{75 \times \eta} \quad (14)$$

Onde:

N= Potência motor-bomba (cv);

$Q_{rec}$ = Vazão de recalque (m<sup>3</sup>/s);

$H_{man}$ = Altura manométrica (m);

$\eta$ = Rendimento.

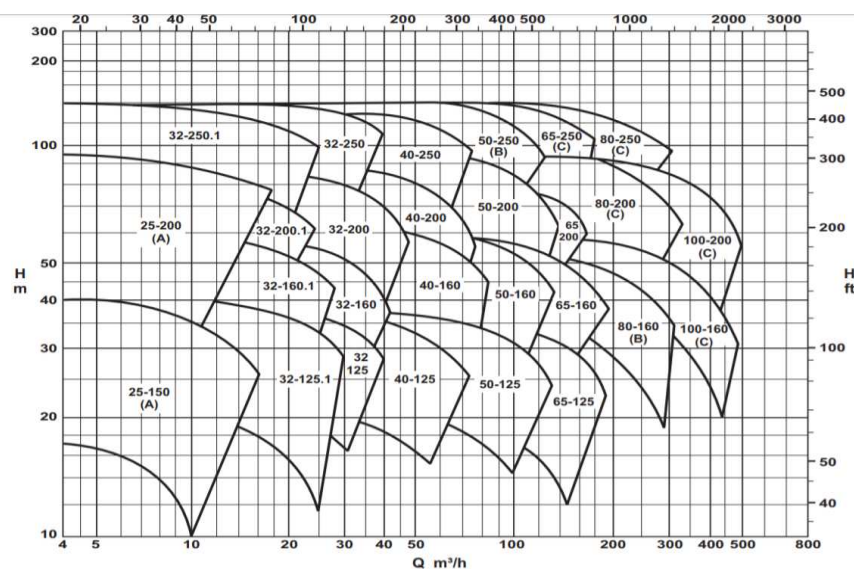
Tabela 4 – Acréscimos de potência pra conjunto motor-bomba

Potência calculada (CV)	% Acréscimo de potência
Até 2 CV	50
$2 < P \leq 5$ CV	30
$5 < P \leq 10$ CV	20
$10 < P \leq 20$ CV	15
Acima de 20 CV	10

Fonte: Adaptado JUSTINO; NOGUEIRA (2012).

Na Figura 8 ilustra a escolha de uma bomba de 3.500 rpm do catálogo KSB no manual de curvas características.

Figura 8 – Curva característica de uma bomba



Fonte – Catálogo KSB (2018).

## 2.7.8 Manutenção do sistema

Na ABNT NBR 15527/2007 constam as recomendações de manutenção em todo o sistema de reaproveitamento da água pluvial conforme frequências apresentadas no Quadro 4.

Quadro 4 – Frequência de manutenção

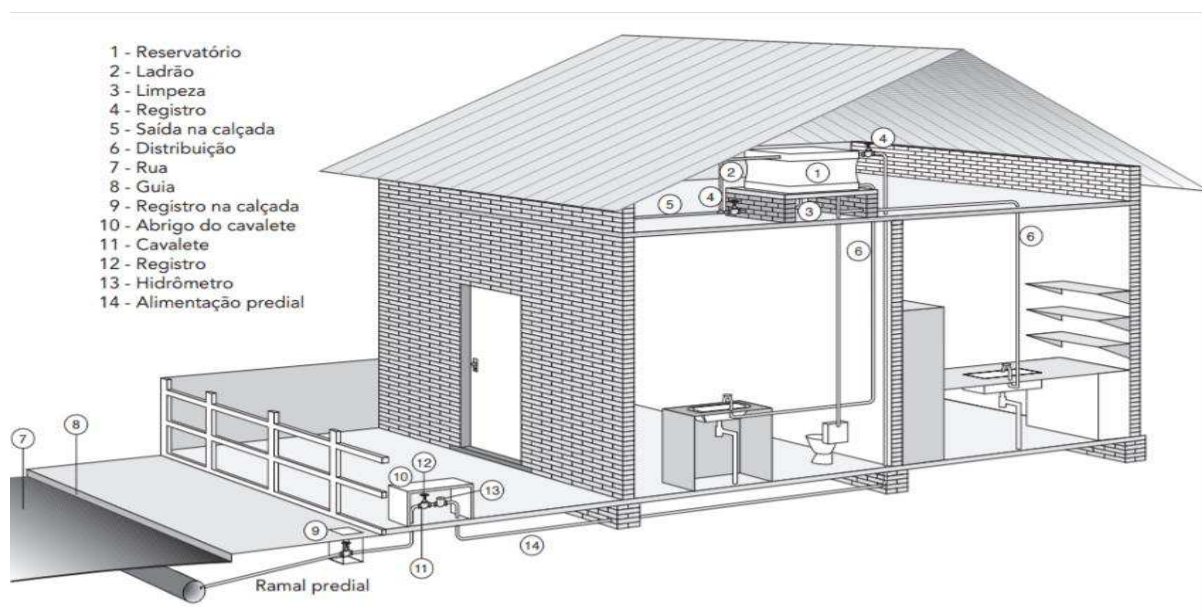
Componente	Frequência de manutenção
Dispositivo de descarte de detritos	Inspeção mensal Limpeza trimestral
Dispositivo de descarte do escoamento inicial	Limpeza mensal
Calhas, condutores verticais e horizontais	Semestral
Dispositivos de desinfecção	Mensal
Bombas	Mensal
Reservatório	Limpeza e desinfecção anual

Fonte: ABNT NBR 15.527 (2007)

## 2.8 Instalações prediais de água fria

O sistema de instalação predial de água fria (temperatura ambiente) deve ser separado fisicamente de quaisquer outros sistemas prediais que conduzem água potável, constituem-se de conjunto de tubulações, equipamentos, reservatórios e dispositivos ou abastecimentos dos aparelhos e pontos de utilização de água na edificação (CARVALHO JÚNIOR, 2013). A Figura 9 ilustra o sistema de instalação de água fria.

Figura 9 – Instalação de água fria



Fonte: CARVALHO JÚNIOR (2013)

A ABNT NBR 5626 recomenda parâmetros relativos ao projeto, execução e manutenção do sistema da instalação predial de água fria, os requisitos que devem ser atendidos na vida útil da edificação são eles:

- preservar a potabilidade da água.
- garantir o fornecimento de água de forma contínua, em quantidade adequada e com pressões e velocidades compatíveis com o perfeito funcionamento dos aparelhos sanitários, peças de utilização e demais componentes.
- promover economia de água e energia.

- possibilitar manutenção fácil e econômica.
- evitar níveis de ruído inadequados à ocupação do ambiente.
- proporcionar conforto aos usuários, prevendo peças de utilização adequadamente localizadas, de fácil operação, com vazões satisfatórias e atendendo às demais exigências do usuário.

### 2.8.1 Estações elevatórias

Conjunto presente em edificações, instalações e equipamentos, destinados a abrigar, proteger, operar, controlar e manter os conjuntos elevatórios (motor-bomba) que promovem o recalque da água. O sistema elevatório em sua composição possui normalmente:

- Duas bombas centrífugas (sendo uma destinada caso ocorra problema com a principal)
- Motores elétricos de indução para cada bomba
- Tubulações de sucção e recalque
- Registro gaveta
- Válvula de retenção na tubulação de sucção (válvula de pé, com crivo)
- Comando automático na tubulação de recalque (automático de boia)
- Quadros elétricos de comando para recalque

Segundo Júnior 2013, o sistema elevatório deverá ter uma vazão mínima horária igual a 15% do consumo diário, ou seja, o sistema deverá funcionar durante 6,66 horas por dia. Na prática, adota-se o valor de 20%. Então, a bomba funcionaria, no máximo, cinco horas por dia.

A vazão da bomba:

$$Q = 0,20 \times Cd \quad \text{ou} \quad Q = \frac{Cd}{T} \quad (15)$$

Onde:

Cd = consumo diário, em litros;

T = tempo de funcionamento da bomba.

A vazão (Q) da bomba pode ser expressa em várias unidades, sendo as mais empregadas: l/s; m<sup>3</sup>/s; l/h e m<sup>3</sup>/h.

### 2.8.2 Barriletes

São tubulações que se origina no reservatório e que deriam das colunas de distribuição do sistema. O barrilete pode ser concentrado ou ramificado. O primero tem a vantagem de abrigar os registros de operação em uma área restrita, facilitando a segurança do sistema e o controle em locais fechados e dimensões maiores.

O segundo do ponto de vista econômico, pois permite a redução da quantidade de tubulações ligadas ao reservatório, os registros são mais afastados e colocados no inicio de cada coluna de distribuição. Nas figura 10 e a 11 são demostrados exemplos de barriletes concentrado e ramificado.

Figura 10 – Barrilete concentrado

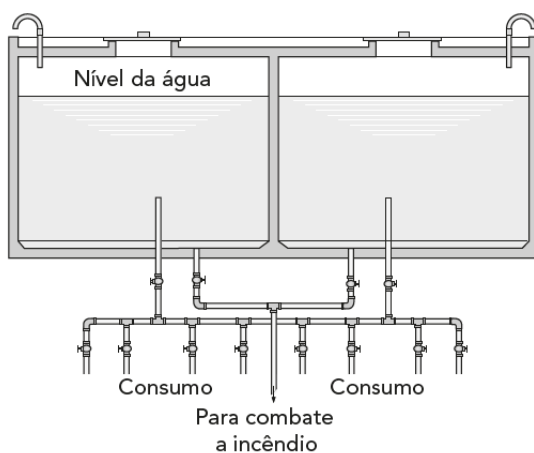
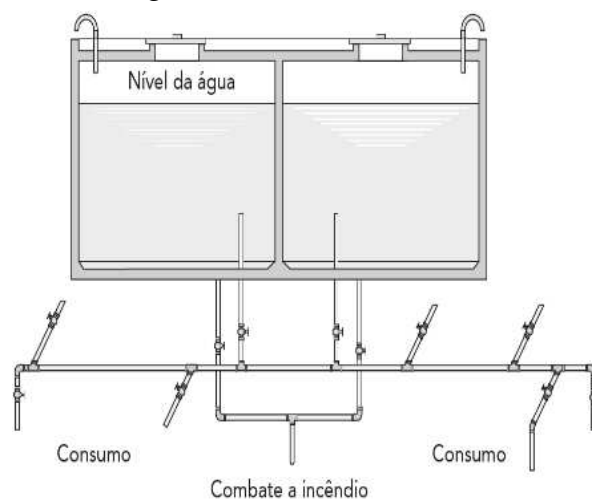


Figura 11 – Barrilete ramificado



Fonte: CARVALHO JÚNIOR (2013)

### 2.8.3 Colunas de distribuição de água ramais e sub-ramais

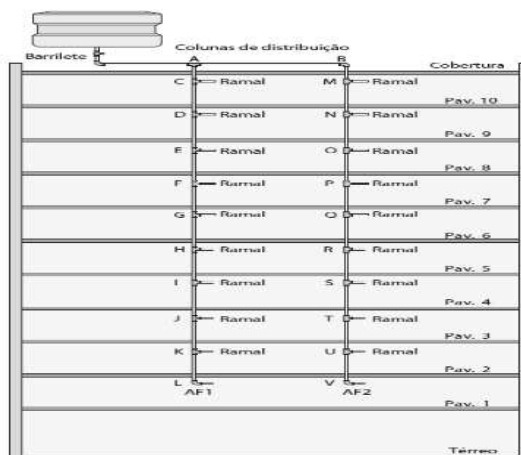
As colunas de distribuição de água fria derivam do barrilete, são dispositivos verticais e servem para alimentar os ramais no edifício, que em seguida fazem a alimentação dos sub-ramais. Cada coluna de distribuição deve conter um registro gaveta colocada à montante do primeiro ramal, utilizar uma coluna exclusiva para válvulas de descargas para evitar transtornos em relação aos demais pontos de utilização (CARVALHO JÚNIOR, 2013).

A ABNT NBR 5626 de setembro de 1998, recomenda que, no caso de instalação de válvula de descarga, a coluna de distribuição deverá ser ventilada. No entanto, é recomendada a ventilação na coluna de independe de haver válvula na rede. A ventilação tem suma importância para evitar a iminência de contaminação da instalação em decorrência do fenômeno chamado retrossifonagem (CARVALHO JÚNIOR, 2013).

### 2.8.4 Ramais e sub-ramais

Os ramais são tubulações derivada da coluna de distribuição predial, que tem como principal objetivo a alimentação dos sub-ramais. Os sub-ramais são as canalizações que conectam os ramais nos aparelhos sanitários de utilização (NEVES, 2010). A Figura 12 ilustra colunas de distribuição e ramais em um sistema predial de água fria.

Figura 12 – Colunas de distribuição e ramais prediais



Fonte: CARVALHO JÚNIOR (2013)



### 2.8.5 Dimensionamento das tubulações de água fria

Para o dimensionamento das tubulações de água fria é preciso conhecer a quantidade de peças de utilização que a tubulação deve atender. Na tabela 5 ilustra os aparelhos com seus pesos relativos.

Tabela 5 – Pesos relativos nos aparelhos sanitário e da peça de utilização

Aparelho sanitário		Peça de utilização	Vazão de projeto L/s	Peso relativo
Bacia sanitária		Caixa de descarga	0,15	0,3
		Válvula de descarga	1,70	32
Banheira		Misturador (água fria)	0,30	1,0
Bebedouro		Registro de pressão	0,10	0,1
Bidê		Misturador (água fria)	0,10	0,1
Chuveiro ou ducha		Misturador (água fria)	0,20	0,4
Chuveiro elétrico		Registro de pressão	0,10	0,1
Lavadora de pratos ou de roupas		Registro de pressão	0,30	1,0
Lavatório		Torneira ou misturador (água fria)	0,15	0,3
Mictório cerâmico	com sifão integrado	Válvula de descarga	0,50	2,8
	sem sifão integrado	Caixa de descarga, registro de pressão ou válvula de descarga para mictório	0,15	0,3
Mictório tipo calha		Caixa de descarga ou registro de pressão	0,15 por metro de calha	0,3
Pia		Torneira ou misturador (água fria)	0,25	0,7
		Torneira elétrica	0,10	0,1
Tanque		Torneira	0,25	0,7
Torneira de jardim ou lavagem em geral		Torneira	0,20	0,4

Fonte: ABNT NBR 5626 (1998)

A quantidade de água que cada peça necessita para funcionar perfeitamente. Está associada com um número de pesos dos equipamentos de utilização. Com isso, proporciona o dimensionamento de um sistema eficiente.

A verificação do diâmetro de tubulação do sistema é feita através do ábaco, ilustrado na Figura 13.

Figura 13 – Ábaco luneta diâmetro da tubulação.

0	1,1	3,5	18	44	100	SOMA DOS PESOS
20 mm	25 mm	32 mm	40 mm	50 mm		Ø SOLDÁVEL (mm)
1/2"	3/4"	1"	1,1/4"	1,1/2"		Ø ROSCÁVEL (pol.)

Fonte: TIGRE (2013)

### 3 METODOLOGIA

O referencial teórico foi realizado por meio de revisão bibliográfica em livros, artigos científicos, monografias, dissertações, teses, manuais, legislação, e outros que estejam relacionados ao tema em análise.

A determinação da vazão originada da precipitação pluviométrica e o dimensionamento do sistema de drenagem pluvial foi realizada por meio do indicado na NBR 10844- Instalações de prediais de águas pluviais.

O dimensionamento do sistema de tratamento e reservação foi realizado conforme o estabelecido na NBR 15527/2007 - Água de chuva – aproveitamento em coberturas de áreas urbanas para fins não potáveis - requisitos, e indicado por Tomaz (2003) e Talles e Costa (2010).

Os índices pluviométricos coletados em um período de 20 anos, foram obtidos através de pesquisas anteriores realizada por (MARANHÃO, 2019) e na NBR 10844/1998, cujas coletas de dados foram realizadas na Reserva do Itapiracó, em São Luís – MA.

É importante destacar que a intensidade pluviométrica foi obtida em outra pesquisa devido o trabalho ter sido desenvolvido no período mais seco do ano (ausência de chuvas) e da edificação na fase de construção.

No processo de tratamento ocorre a retenção de sólidos que podem ser realizadas atrás de filtros autolimpantes, que podem ser fabricados localmente ou adquiridos no mercado. Os reservatórios pré-fabricados, em polietileno ou material similar.

É importante destacar que os métodos utilizados foram norteados pela ABNT NBR 15527/2007). No dimensionamento do volume dos reservatórios, foi adotado pelo Método de Rippl (ABNT, 2007), tendo em vista que o mesmo é indicado para maiores volumes, baseado nas diferenças acumuladas, conforme recomendado por Tomaz (2003).

O dimensionamento da instalação das águas pluviais foi realizado conforme o estabelecido por Azevedo Neto (2015) e Creder (2006), na NBR 5626/1998 – Instalações prediais de água fria. Serão adotados tubos e conexões de PVC rígido e equipamentos que possibilitem o uso racional da água na edificação; serão utilizadas bombas centrifugas autoescorvantes.

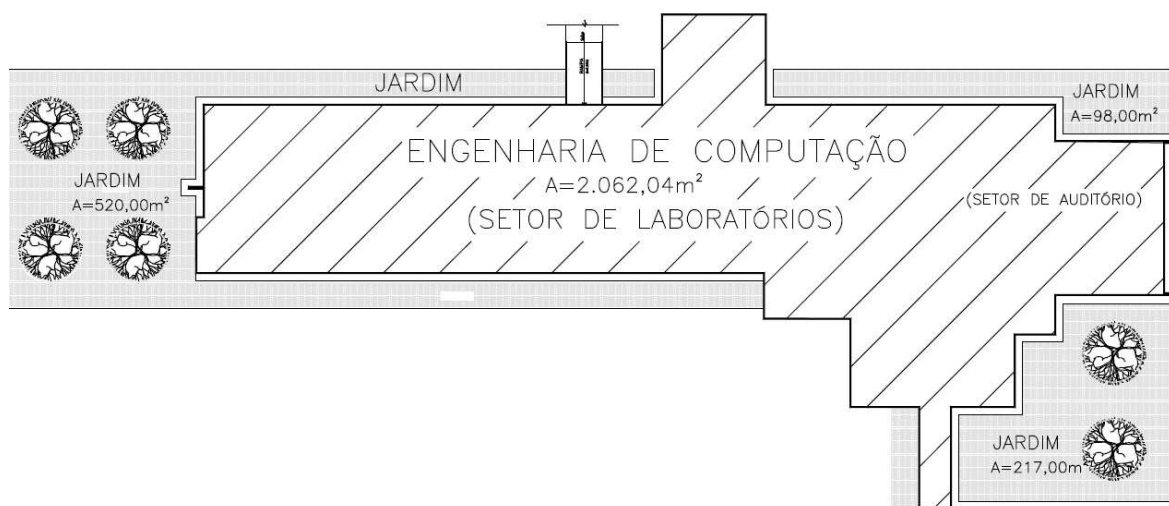
A viabilidade técnica e financeira do sistema de reuso foi realizada por meio de análises técnicas sobre a execução, operação e manutenção do sistema, bem como por meio da comparação dos custos do sistema com a economia de água gerada.

A implantação de um sistema de captação da água da chuva, para fins não potáveis, no prédio da Engenharia da Computação, situado no Campus Paulo VI, São Luís-MA, realizou-se um estudo que compreendeu o estudo de viabilidade técnica, com as seguintes etapas: caracterização da área de estudo, levantamento e análise de dados pluviométricos, determinação da demanda hídrica da edificação e identificação da demanda hídrica não potável, definição das superfícies de captação de água da chuva, dimensionamento dos reservatórios, definição dos locais de implantação dos reservatórios, definição e dimensionamento dos dispositivos de condução de águas pluviais e o estudo de viabilidade financeira de implantação do sistema, pela análise de custos, potencial de economia, e do potencial econômico.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na elaboração do projeto de reúso de água em edificações os elementos essenciais foram os projetos arquitetônicos, hidráulicos e drenagem fornecido pela Universidade Estadual do Maranhão, de uma edificação a ser construída destinada ao Curso de Engenharia da Computação. Apresenta uma área de 2.062,04 m<sup>2</sup> e 835 m<sup>2</sup> área de jardim. A Figura 14, ilustra a edificação, cuja obra atualmente está em execução.

Figura 14 – Esquema da área construída prédio da engenharia da computação da UEMA, em São Luís-MA.



Fonte: UEMA (2019)

### 4.1 Dimensionamento do sistema de reúso de água pluvial

#### 4.1.1 Calhas

Os resultados obtidos através da Equação 1, são apresentados no Quadro 5. A quantidade de águas na cobertura da edificação foi numerada de 1 a 8, foi adotada a fórmula da vazão de projeto recomenda por CREDER (2006), a qual já considera o coeficiente de escoamento  $c=1,0$

Aplicando-se a fórmula presente do item 2.7.3. representada abaixo:

$$Q = \frac{I \times A}{60} \quad (1)$$

Quadro 5 – Resultados da vazão das calhas

Água 1	
Intensidade pluviométrica	152 mm/h
Área de contribuição	116,03 m <sup>2</sup>
Vazão na calha 1	293,94 L/min
Água 2	
Intensidade pluviométrica	152 mm/h
Área de contribuição	348,30 m <sup>2</sup>
Vazão na calha 1	882,35 L/min
Água 3	
Intensidade pluviométrica	152 mm/h
Área de contribuição	83,31 m <sup>2</sup>
Vazão na calha 4	211,05 L/min
Água 4	
Intensidade pluviométrica	152 mm/h
Área de contribuição	33,58 m <sup>2</sup>
Vazão na calha 3	85,07 L/min
Água 5	
Intensidade pluviométrica	152 mm/h
Área de contribuição	110,90 m <sup>2</sup>
Vazão na calha 2	280,95 L/min
Água 6	
Intensidade pluviométrica	152 mm/h
Área de contribuição	198 m <sup>2</sup>
Vazão na calha 2	501,6 L/min
Água 7	
Intensidade pluviométrica	152 mm/h
Área de contribuição	49,79 m <sup>2</sup>
Vazão na calha 2	126, 13 L/min
Água 8	
Intensidade pluviométrica	152 mm/h
Área de contribuição	14,26 m <sup>2</sup>
Vazão na calha 5	36,13 L/min

Fonte: O AUTOR (2019)

### 4.1.2 Condutores horizontais

As calhas presentes na edificação são de concreto, o número de calhas presentes no projeto corresponde a 5 condutores horizontais com perfil retangular. No Quadro 6, são apresentados os valores encontrados para obter a vazão de pico em cada calha, obtida na fórmula de Manning, contida na Equação 2.

Aplicando-se a fórmula presente do item 2.7.3. representada abaixo:

$$Q = 60000 \times \left(\frac{A}{n}\right) \times R_H^{2/3} \times S^{1/2} \quad (2)$$

Quadro 6 – Verificação das calhas e vazões de pico

Calha 1	
Área da seção molhada (m <sup>2</sup> )	0,9
Coeficiente de rugosidade	0,013
Raio hidráulico (m)	0,2950
Declividade (%)	0,5
Perímetro molhado (m)	3,05
Vazão de pico (L/min)	13.026,77
Calha 2	
Área da seção molhada (m <sup>2</sup> )	0,18
Coeficiente de rugosidade	0,013
Raio hidráulico (m)	0,15
Declividade (%)	0,5
Perímetro molhado (m)	1,2
Vazão de pico (L/min)	1.679,52
Calha 3	
Área da seção molhada (m <sup>2</sup> )	0,15
Coeficiente de rugosidade	0,013
Raio hidráulico (m)	0,15
Declividade (%)	0,5
Perímetro molhado (m)	0,25
Vazão de pico (L/min)	1.944,51
Calha 4	
Área da seção molhada (m <sup>2</sup> )	0,15
Coeficiente de rugosidade	0,013
Raio hidráulico (m)	0,15
Declividade (%)	0,5

Perímetro molhado (m)	0,25
Vazão de pico (L/min)	1.944,51
<b>Calha 5</b>	
Área da seção molhada (m <sup>2</sup> )	0,18
Coefficiente de rugosidade	0,013
Raio hidráulico (m)	0,15
Declividade (%)	0,5
Perímetro molhado (m)	1,2
Vazão de pico (L/min)	1.679,52

Fonte: O AUTOR (2019)

#### 4.1.3 Condutores verticais

Conforme a ABNT NBR 10.844/98 os diâmetros adotados conforme o ábaco presente na norma. Foi dimensionado diâmetros de 100mm. Pode-se destacar que a NBR, exige um diâmetro interno mínimo de seção circular de 70 mm. Evidenciado no item 2.7.2.

O diâmetro adotado para os condutores verticais foi de 100 mm, apresentado no Tabela 6, e suas respectivas vazões.

Tabela 6 – Diâmetro dos condutores verticais e vazões

	<b>Nº Condutores Verticais</b>	<b>Diâmetro</b>	<b>Vazão L/m</b>
Calha 1	12	100mm	98,02
Calha 2	10	100mm	90,81
Calha 3	2	100mm	42,54
Calha 4	3	100mm	70,35
Calha 5	1	100mm	36,13

Fonte: O AUTOR



É importante destacar que a edificação estudada já apresentava o projeto de drenagem existente. O dimensionamento do sistema de aproveitamento colaborou para o trabalho eficiente de reúso.

#### 4.1.4 Demanda de água não potável

A demanda do sistema pode ser calculada pela quantidade de equipamentos que serão abastecidos pela água de reúso. No caso, da edificação estudada apresenta um total de 11 vasos sanitários, 10 mictórios e uma área de jardim de 835m<sup>2</sup>. Na Tabela 7 do item 2.7.4 descreve a quantidade de equipamentos com seus respectivos consumos, gerando assim a demanda total do sistema.

Tabela 7 – Demanda do sistema pluvial

Equipamentos	Quantidade/Área	Consumo	Quantidade de pessoas	Frequência	Total
Vaso sanitário	22	6 L/dia	Térreo	1 Descarga/pessoa	3.960 L/dia
Mictório	10	2 L/dia	Superior	1 Descargas/pessoa	600 L/dia
Área de jardim	835 m <sup>2</sup>	12 L/mês	Trabalhadores/ visitantes		10.020 L/mês
Demanda total do sistema			<b>Total = 30</b>		<b>146.820 L/ mês</b>

Fonte: O Autor (2019)

Nota: Todos os valores foram transformados para litros/ mês para efeito de cálculo.

Logo, o valor da demanda constante do sistema equivale a 146.820 L/mês ou 146,820 m<sup>3</sup>/mês.

#### 4.1.5 Reservatório de águas pluviais

A demanda constante mensal calculada em virtude do volume de água gerada na utilização dos mictórios corresponde à 600 L/dia. O somatório do volume de bacias sanitárias e área de jardim eleva consideravelmente o volume constante do sistema, deixando de atender as exigências do Método de Rippl.

Portanto, a demanda utilizada para o dimensionamento do reservatório será o volume demandado na utilização dos mictórios. A quantidade de pessoas e frequência de utilização como mostrado na Tabela 7, o volume calculado foi de 18 m<sup>3</sup>/mês.

O cálculo do volume do reservatório de água da chuva foi realizado utilizando o método de Rippl, para demanda constante e coeficiente de Runoff de 0,9.

O dimensionamento do reservatório se desenvolve através da demanda dos mictórios igual a 18 m<sup>3</sup>/ mês. Na Tabela 8 são observados os valores obtidos pelo método de Rippl, sendo utilizadas a Equação 3 e 4.

Aplicando-se a fórmula presente do item 2.7.5. Representada abaixo:

$$S(t) = D(t) - Q(t) \quad (3)$$

$$Q(t) = C \times Precipitação (t) \times Área de captação \quad (4)$$

Tabela 8 – Dimensionamento do reservatório

Meses	Chuva média mensal (mm)	Demand a constante mensal (m <sup>3</sup> )	Área de captação (m <sup>2</sup> )	Volume mensal de chuva (m <sup>3</sup> )	Volume demanda do – volume de chuva (m <sup>3</sup> )	Volume do reservatório (m <sup>3</sup> )	Situação do Reservatório
Janeiro	224,5	18	954,18	192,80	-174,8		E
Fevereiro	315,7	18	954,18	271,10	-253,1	-	E

Março	411,6	18	954,18	353,47	-335,47	-	E
Abril	439,7	18	954,18	377,60	-359,6	-	E
Mai	314,8	18	954,18	270,30	-252,3	-	E
Junho	182,4	18	954,18	155,16	-137,16	-	E
Julho	117,4	18	954,18	100,80	-82,8	-	E
Agosto	23,8	18	954,18	20,44	-2,44	-	D
Setembro	2,4	18	954,18	2,06	15,94	15,94	D
Outubro	3,5	18	954,18	3,00	15	30,94	D
Novembro	5,3	18	954,18	4,55	13,45	<b>44,39</b>	D
Dezembro	54,3	18	954,18	46,63	-28,63		D
TOTAL	2.095,4	216		1.797,91			

Fonte: O AUTOR (2019)

Considera-se as médias mensais de chuvas durante 20 anos, disponíveis na Agência Nacional de Águas – ANA e adaptado a coleta de chuva na Reserva de Itapiracó em São Luís – MA, (MARANHÃO, 2019). O volume máximo obtido pelo Método de Rippl, baseado nas diferenças acumuladas, conforme recomendado por TOMAZ (2003). Regularizar a demanda constante de 18 m<sup>3</sup>/mês, corresponde à 44,39 m<sup>3</sup> distribuído entre o reservatório inferior (60%) e reservatório superior (40%), da seguinte forma:

- Reservatório Inferior = 26.634 L, aproximados para 27.000 L
- Reservatório Superior = 17.756 L, aproximados para 18.000 L

#### 4.1.6 Sistema de bombeamento

- **Vazão de recalque**

Para a determinação da vazão de recalque foi utilizada a Equação 7, mostrada no item 2.77 para o consumo diário de do sistema para uso não potável. O consumo diário equivalente ao somatório da demanda dos equipamentos presente na Tabela 4 é igual 18.000 L/dia e 6h de funcionamento da bomba, resultando em 0.8333 m<sup>3</sup>/s de vazão.

Aplicou-se:

$$Q_{rec} = \frac{CD}{NF} \quad (7)$$

- **Diâmetro de recalque e sucção**

O resultado do dimensionamento da tubulação de recalque foi utilizada a Equação 8 inserida no item 2.7.7. Apresentado no Quadro 7.

Aplicou-se:

$$Dr = 1,3 \times \sqrt[4]{\frac{T}{24}} \times \sqrt{Q} \quad (8)$$

Quadro 7 - Tubulação de recalque e sucção

Q	0.8333 m³/s
NF	6 horas
Diâmetro	0,8391 mm
Diâmetro de recalque adotado	20mm
Diâmetro de sucção adotado	25mm

Fonte: O AUTOR (2019).

- **Altura manométrica**

O desenvolvimento do cálculo da altura manométrica total, através das Equações 9 a 11 presente no item 2.7.7 é exposto no Quadro 8.

Aplicou-se:

$$H_{man} = H_{man, rec} + H_{man, suc}$$

$$H_{man, rec} = H_{rec} + \Delta H_{rec}$$

$$H_{man, suc} = H_{suc} + \Delta H_{suc}$$

Quadro 8 - Altura manométrica

Recalque	H <sub>man, rec</sub>	10,03m
Sucção	H <sub>man, suc</sub>	2,002m
	<b>H<sub>man total</sub></b>	12,032m

Fonte: O AUTOR (2019).

- **Seleção da bomba**

Adotando-se o 80% como sendo o valor para o rendimento da bomba, a potência do motor, calculada através da Equação 13, é apresentada no Quadro 9.

$$N = \frac{100 \times Q \times H_m}{75 \times \eta} \quad (15)$$

Onde:

N= Potência motriz (cv);

Q<sub>rec</sub>= Vazão de recalque (m<sup>3</sup>/s);

H<sub>man</sub>= Altura manométrica (m);

η= Rendimento.

Quadro 9 - Potência do conjunto motor-bomba

Qrec	0.8333 m <sup>3</sup> /s
Hman	12,032m
Rendimento	80%
N cálculo	25,06 Cv

Fonte: O AUTOR (2019).

A escolha do sistema motor-bomba deve seguir as especificações para uso e necessidades do sistema de aproveitamento de água. Com acréscimo de 50%, mostrado no item 2.7.7.

Por motivos comerciais, o conjunto motor-bomba adotado, em atendimento aos valores calculados, Bomba Multiestágio Schneider Me-33250 B160 25 Cv, Trifásica 4 Voltagens. No projeto será instalada duas bombas com essas características um principal e outra para um eventual problema.

#### 4.1.7 Diâmetros das tubulações do sistema

Para a determinação dos diâmetros do sistema de reúso, utilizou-se o item 2.8.5. Os resultados foram obtidos através dos cálculos do peso de cada equipamento do sistema com auxílio do Ábaco luneta presente na Figura 13. Na Tabela 9 demonstra a determinação dos diâmetros do sistema.

Tabela 9 – Pesos dos equipamentos

<b>Equipamentos</b>	<b>Peso relativo</b>
Bacia sanitária com caixa de descarga	0,3

Bacia sanitária com válvula de descarga	32
Mictório com sifão	2,8
Torneira	0,4

Fonte: O AUTOR (2019)

Com os respectivos pesos de cada equipamento, foi calculado o diâmetro do barrilete, ramais e sub-ramais do sistema, apresentados na Tabela 10.

Tabela 10 – Diâmetros do sistema de reaproveitamento

Peças	Dispositivos		
	Barrilete (Ø)	Ramal (Ø)	Sub-ramal (Ø)
Bacia sanitária com caixa de descarga	32 mm	25 mm	20 mm
Bacia sanitária com válvula de descarga	50 mm	40 mm	32 mm
Mictório com sifão	40 mm	32 mm	25 mm
Torneira	32 mm	25 mm	20 mm

Fonte: O AUTOR (2019)

O tipo de barrilete utilizado no sistema é tipo ramificado, por facilitar a distribuição das tubulações e por ser mais viável economicamente.

#### 4.2. Orçamento da implantação do projeto

O orçamento do sistema de reaproveitamento foi elaborado, respeitando as exigências do projeto. A Tabela 11 ilustra a lista de materiais necessários para a execução da obra. O consumo da execução, operação e manutenção estão estimados no trabalho.

Tabela 11 – Orçamento do sistema de reaproveitamento pluvial.

<b>Execução</b>			
<b>Dispositivos</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Un.</b>	<b>Custo R\$</b>
Registro de Gaveta	8,00	44,47	355,76
Torneira de Jardim (20mm)	3,00	3,9	11,7
Joelho de 90° (25mm)	10,00	3,31	33,1
Joelho de 90° (20mm)	65,00	2,73	177,45
Tubo PVC (100mm)	364m	9,82	3.574,48
Filtro de areia	1,00	773,9	773,9
Tubo PVC de (32mm)	10 m	6,54	65,4
Boia d'água	1,00	29,58	29,58
Tubo PVC (20mm)	34,14m	5,1	174,11
Tubo de PVC (25mm)	35,14m	6,92	243,17
Tê	30,00	1,98	59,4
Tubo de PVC (100mm)- primeira descarga de água	10m	9,92	99,2
Luva de Redução	24,00	3,91	93,84
Motor-Bomba - (Bomba Centrífuga Schneider)	2,00	11.561,76	23123,52
Registro de Gav.Global	3,00	52,49	157,47
RGA	2,00	41,49	82,98
Reserv. Sup (18.000 L)	1,00	7.000,00	7000
Reserv. Inf (27.000 L)	1,00	12.000	12000
Valor da mão-de-obra mensal			9680,4
Custo total mensal			<b>57735,464</b>
Custo total mensal + BDI (25%)			<b>72.169,33</b>
<b>Manutenção</b>			
<b>Equipamentos</b>	<b>Frequência</b>		
Bombas	Mensal		
Calhas, condutores verticais e horizontais	Mensal		
Boia d'água (eventual defeito)	Mensal		
Limpeza dos reservatórios	Mensal		
Mão-de-Obra (R\$)			
Total			<b>456,5</b>
<b>Operação</b>			
Funcionamento	Tarifa (KW/h)		
6h/dia	0,63018		
	<b>Total</b>		<b>2.144,60</b>

**Total 74.770,43**

Fonte: O AUTOR (2019).



#### 4.2.1 Análise da redução do desperdício e da viabilidade financeira do sistema de reúso de água

O estudo de viabilidade financeira da instalação do sistema de reaproveitamento pluvial, considerou a economia da água potável que o sistema proporciona e seu impacto na tarifa cobrada pela concessionária. A tarifa cobrada pela CAEMA é observada na Tabela 12. Conforme o Anexo 01.

Tabela 12 – Tarifa cobrada pela concessionária

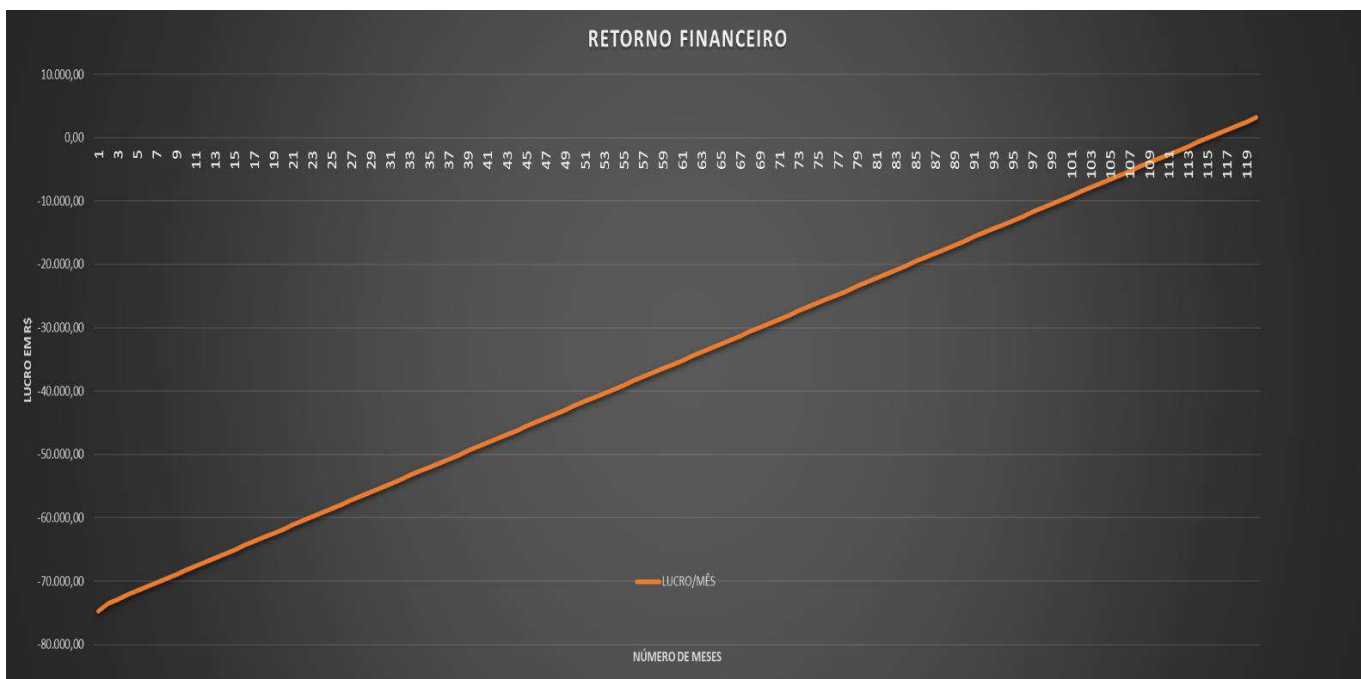
<b>Tarifa de Água - CAEMA/2019</b>	
Consumo até 15 m <sup>3</sup>	R\$ 136,04
Excedente de 15m <sup>3</sup>	R\$ 136,04 + R\$14,85 m <sup>3</sup>

Fonte: CAEMA (2019).

O consumo mensal de uma edificação a que se refere a implantação de sistema de reúso de água de chuva, sob demanda 18 m<sup>3</sup>/mês, ou seja, a demanda do sistema é constante, observa-se que a tarifa mensal cobrada de R\$ 136,04 pelo consumo de até 15 m<sup>3</sup>/mês de água e o excedente de 14,85 m<sup>3</sup>, totalizando um custo mensal de R\$ 180,59. Após a implantação do sistema o valor de água reaproveitada em um ano corresponde a 216 m<sup>3</sup>. Desse modo, o somatório dos sistemas de execução, manutenção e operação, o tempo de retorno do investimento corresponde a 116 meses. Notou-se um saldo positivo de R\$ 573,98 e economia de água potável de 2.088 m<sup>3</sup>, mês seguinte o salto corresponde chegou em R\$ 1,223,41

O gráfico 1 descreve o tempo de retorno do sistema de reúso.

Gráfico 1 – Tempo de retorno financeiro



Fonte: O AUTOR (2019)

O estudo na diminuição de desperdício de água da instalação do sistema de reaproveitamento pluvial, evidenciou a importância de economizar água potável a implantação do projeto proporcionaria um impacto na conscientização do uso adequado da água, ligado à isso um projeto dessa extensão para instituições públicas que demanda considerável quantidade de água por dia, seria uma diminuição na conta cobrada mensalmente.

## 5 CONCLUSÃO

No presente trabalho constatou-se a importância de uso adequado da água proporcionado pela reutilização de água da chuva para usos não nobres como, uso em mictórios, não foi possível o dimensionamento para bacias sanitárias e área de jardim. Contudo o reaproveitamento de água da chuva para mictórios torna-se viável a demanda é considerável e a diminuição do uso de água potável nesse aparelho é significativa. Estas ações podem reduzir a produção de água tratada principalmente nas áreas urbanas, garantindo assim a preservação para gerações futuras e redução no uso de recursos financeiros.

A reutilização da água pluvial para fins não potáveis constitui uma alternativa para preservação da quantidade da água disponível, destacando-se avaliar sua qualidade, finalidade e o tratamento necessário para os usos não potáveis.

O desenvolvimento do projeto não priorizou somente a realização de um estudo para avaliar a viabilidade da instalação do sistema de reúso na edificação, mas sim, aplicou-se uma metodologia de desenvolvimento de projeto de reúso de água, cujos resultados foram expostos no Capítulo 3 – Resultados e Discussão.

Foram levantados os custos da implantação, execução e manutenção do sistema. A análise de viabilidade financeira indicou retorno de investimento a longo prazo, somente a partir de 9 anos e 7 meses de funcionamento.

Por outro lado, a economia de água durante 116 meses de uso do sistema importaria em 25.056 m<sup>3</sup>, resultando em uma considerável economia de água. O trabalho buscou demonstrar a importância da sustentabilidade e do uso adequado da água.

## 5.1 Recomendações para novos trabalhos

A partir da pesquisa realizada e do projeto desenvolvidos neste trabalho, sugere-se outras pesquisas tendo como foco:

- Estudo das análises físico-químicas e bacteriológicas em amostras da água pluvial coletada no sistema de drenagem do Prédio da Engenharia da Computação, bem como de outros prédios do Campus Paulo VI da UEMA;
- Desenvolver projeto sustentável de instalações elétricas prediais, incluindo-se o uso da energia solar;
- Estudo de análise de águas negras, cinzas e amarelas, voltado para o reúso em uma edificação comercial.

## REFERÊNCIAS

3P Technik do Brasil Ltda. **Aproveitamento da água de chuva**. Disponível em: 05 ago. 2019

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. ANA. **Quantidade de Água**. Disponível em: <<https://www.ana.gov.br/panorama-das-aguas/quantidade-da-agua>>. Acesso em: 25 out 2019.

ALVES, Gláucio T. **Aproveitamento da água da chuva para fins não potáveis em residências**. 2010. 40f. Monografia (Especialização em Gestão Ambiental) – Universidade Candido Mendes, Niterói, 2010.

**ANEXO XX DA PORTARIA DE CONSOLIDAÇÃO Nº 5 DO MINISTÉRIO DA SAÚDE DE 03 DE OUTUBRO DE 2017**. Disponível em: <https://cevs-admin.rs.gov.br/upload/arquivos/201804/26143402-anexo-xx.pdf>. Acesso em 9 ago. 2019, 17:50h.

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

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15527:2007** Água de chuva: Aproveitamento de cobertura em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos. Rio de Janeiro, 2007. 12p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626:1998**. Instalações Prediais de Água Fria. Rio de Janeiro, 1998. 41p.

BARROS, João B. P; MESSANY, Ronald. **Viabilidade de reúso de águas residuárias em uma residência unifamiliar no município de Curitiba – Paraná**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Curso Superior de Engenharia de Produção Civil. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2014.

BRASIL, **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em [http://www.planalto.gov.br/Ccivil\\_03/Leis/L9433.htm](http://www.planalto.gov.br/Ccivil_03/Leis/L9433.htm). Acesso em 10 ago. 2019, 17:25h.

BRASIL. **Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978. Disponível em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2007/Lei/L11445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Lei/L11445.htm). Acesso em 10 ago. 2019, 18:41h.

BRASIL. **Lei nº. 11.445, de 05 de janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978.

CAEMA. **Companhia de Saneamento Ambiental do Maranhão**. Sistema de Abastecimento de Água. Disponível em: <http://www.caema.ma.gov.br/>. Acesso em: 07 out. 2019 17:20h.

CARVALHO JÚNIOR, R. **Instalações hidráulicas e o projeto de arquitetura**. 7. ed. São Paulo: E. Blucher, 2013.

CONFERÊNCIA LATINOAMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL. Oliveira Junior, O. B.; Silva Neto, J. V. **Utilização de sistema de coleta de esgoto sanitário a vácuo, com bacias de ultra volume reduzido, em um edifício comercial na cidade de São Paulo**. São Paulo.2004.

CREDER, Hélio. **Instalações Hidráulicas e Sanitárias**. 6. ed. LTC, 2006.

CUNHA, Vanessa Dias Da. **Estudo para proposta de critérios de qualidade da água para reúso urbano**, 2008. 106f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica e Saneamento Ambiental) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

CURITIBA. **Lei Municipal nº 10.785, de 18 de setembro de 2003**. Criou o programa de conservação e uso racional da água nas edificações, o PURAE. Disponível em: <http://multimidia.curitiba.pr.gov.br/2010/00086319.pdf>.> Acesso em 01/11/2019.

FIORIN, Josilei Viecili. **Reutilização das Águas Cinzas e Pluviais em Edificações Residenciais – Estudo de caso: Edifício São Paulo. Ijuí, RS**. 2005. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2005.

GHISI, E. Potential for Potable Water Savings by Using Rainwater in the Residential Sector of Brazil. *Building and Environment*, v. 41, n. 11, p. 1544-1550, 2006.

GIACCHINI, Margolaine. **Estudo quali-quantitativo do aproveitamento da água de chuva no contexto da sustentabilidade dos recursos hídricos**.2010. 145f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

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

GRANZIERA, Maria Luiza Machado. **Direito das águas: disciplina jurídica das águas doces**. São Paulo: Atlas, 2016.

HAFNER, Ana Vreni. **Conservação e reuso de água em edificações – experiências nacionais e internacionais**, 2007. 177f. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

HAGEMANN, S. E. **Avaliação da qualidade da água da chuva e da viabilidade de sua captação e uso**. 2009. 141 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Departamento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009

HELLER, L.; PÁDUA, V. L. **Abastecimento de água para consumo humano**. 2a ed. Belo Horizonte, 2010.

<https://cevs-admin.rs.gov.br/upload/arquivos/201804/26143402-anexo-xx.pdf>. Acesso em 22 set. 2019, 10:35h.

**Lei n. 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. Diário Oficial da União, Brasília, D.F., 1o de setembro de 1997. Seção 1, p.470.

MARANHÃO, Eduardo Vinicius Pereira. **Viabilidade técnica de captação e aproveitamento de água da chuva no condomínio Ville de France**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil), Universidade Estadual do Maranhão, Maranhão, São Luís, 2019.

MARINOSKI, A. K. **Aproveitamento de Água Pluvial para Fins não Potáveis em Instituição de Ensino: Estudo de Caso em Florianópolis – SC**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

MARTINS, Alex. **O planeta está sedento**. Folha Universal, São Paulo, p. 2A, 16 nov. 2003.

NETTO, José Martiniano de Azevedo; FERNANDEZ, Miguel Fernandez y. **Manual de Hidráulica**. 9. ed. Blucher, 2015.

NEVES, M., Bertolo, E., Rossa, R. (2006). **Aproveitamento e reutilização da água para usos domésticos**. 1as Jornadas de Hidráulica, Recursos Hídricos e Ambiente, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

OLIVEIRA, L.H. **Metodologia para a implantação de programa de uso racional de água em edifícios**. 1999. Tese (Doutorado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, USP. São Paulo, 1999.

PHILIPPI, Luiz S. et al. **Aproveitamento da água da chuva**. In: Gonçalves, Ricardo F. (Org.). **Uso racional da água em edificações**. Rio de Janeiro: ABES – PROSAB, 2006. Cap. 3, p.73-152.

PIEREZAN, M. **Estudo sobre o Aproveitamento de Águas Pluviais em Residências Unifamiliares. Especialização em Tecnologia Ambiental** – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo/RS, 2005.

PORTO, Rodrigo de Melo. **Hidráulica básica**. 2. ed. São Carlos: EESC-USP, 2012

REBOUÇAS, A. C., **Águas no Brasil: abundância, desperdício e escassez**. Bahia, *Análise & Dados*. Salvador, v. 13, n. ESPECIAL, p. 341-345, 2003.

RICHTER, Carlos A. **Água: Métodos e Tecnologia de Tratamento**. São Paulo: Edgard Blücher Ltda., 2012. 340 p.

SANCHES, R.; SANTANA, M. - Reúso de Água Industrial. NUTAU – Núcleo de Pesquisa em Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo. São Paulo, 2002.

SANTOS, Daniel C. **Os sistemas prediais e a promoção da sustentabilidade**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 2, n. 4, p. 7-18, dez 2002.

SAUTCHÚK, C.A. **Código de prática de projeto e execução de sistemas prediais de água – conservação de Água em Edifícios**. Brasília, Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água, 2004.

SEEGER, L. M. K.; SARI, V.; PAIVA, E. M. C. D. Análise comparativa do aproveitamento da água da chuva na lavagem de veículos em duas cidades da Região Sul e Centro-Oeste. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 2007

SINAPI – Índices da Construção Civil. Disponível em: . Acesso em 23 set.2019.

SISTEMA DE AUTOAVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA HÍDRICA. SAVEH. **A disponibilidade de água no mundo e no Brasil**. Disponível em:<[https://www. saveh.com.br/artigos/a-disponibilidade-de-agua-no-mundo-e-no-brasil](https://www.saveh.com.br/artigos/a-disponibilidade-de-agua-no-mundo-e-no-brasil)>. Acesso em: 25 maio 2019.

SPERLING, M. Von. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; UFMG, 2005 452 p.

TELLES, Dirceu D.; COSTA, Regina H. P. G. Reúso da água: Conceitos, teorias e práticas. 2. ed. São Paulo: BLUCHER, 2007.

TOMAZ, P. Aproveitamento de Água de Chuva – Para Áreas Urbanas e Fins não Potáveis. Navegar Editora, São Paulo, 2003.

TSUTIYA, Milton T. Abastecimento de Água. São Paulo, Escola Politécnica da USP. 3ª Edição, 2006.

TUCCI, C. E. M. Hidrologia: ciência e aplicação. 2. ed. Porto Alegre, RG: UFRGS, 2001. 943 p.

VILAS-BOAS, Pedro Ricardo. **Modelação de uma Rede de Distribuição de Água**, 2008. 153f. Dissertação (Mestre em Engenharia Civil — Especialização Em Hidráulica) –Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2008.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO – UEMA.

VILLIERS, M. **Água: Como o uso desse precioso recurso natural poderá a mais séria crise do século XXI**. Rio de Janeiro: Ediouro, 2002.



VON SPERLING, Marcos. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3.ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais; 2005. p. 15 - 48.

WEIERBACHER, Leonardo. **Estudo de captação e aproveitamento de água da chuva na indústria moveleira bento móveis de alvorada** – ULBRA, Canoas, RS, 2008.

**ANEXO**

## Anexo 01 - Tarifa mensal da água


**EVOLUÇÃO TARIFÁRIA DOS VALORES PRATICADOS DE 2013 A 2016 - LEI Nº 13.673, DE 5 DE JUNHO DE 2018**

Categorias de Usuários	Faixas de Consumo m <sup>3</sup> /Economias/mês	VIGÊNCIA - 01.05.2012	VIGÊNCIA - 01.02.2013	VIGÊNCIA - 01.02.2014	VIGÊNCIA - 01.07.2015	VIGÊNCIA - 01.11.2015	VIGÊNCIA - 01.05.2016	VIGÊNCIA - 01.09.2016	VIGÊNCIA - 09.02.2019
		TARIFA	TARIFA	TARIFA	TARIFA	TARIFA	TARIFA	TARIFA	TARIFA
		Reajuste 52,87%	Reajuste médio 6,01%	Reajuste 5,86%	Reajuste 7,98%	Reajuste 4,73%	Reajuste 12%	Reajuste 10,43%	Reajuste 22,33%
Residencial	Até 10	13,30/mês	14,10/mês	14,90/mês	16,09/mês	16,85/mês	18,87/mês	20,84/mês	25,49/mês
	De 11 - 20	2,69/m <sup>3</sup>	2,85/m <sup>3</sup>	3,02/m <sup>3</sup>	3,26/m <sup>3</sup>	3,41/m <sup>3</sup>	3,82/m <sup>3</sup>	4,22/m <sup>3</sup>	5,16/m <sup>3</sup>
	De 21 - 30	4,27/m <sup>3</sup>	4,53/m <sup>3</sup>	4,79/m <sup>3</sup>	5,17/m <sup>3</sup>	5,41/m <sup>3</sup>	6,06/m <sup>3</sup>	6,69/m <sup>3</sup>	8,18/m <sup>3</sup>
	De 31 - 50	5,19/m <sup>3</sup>	5,50/m <sup>3</sup>	5,82/m <sup>3</sup>	6,29/m <sup>3</sup>	6,59/m <sup>3</sup>	7,69/m <sup>3</sup>	8,49/m <sup>3</sup>	10,39/m <sup>3</sup>
	Excedente de 50	8,18/m <sup>3</sup>	8,67/m <sup>3</sup>	9,18/m <sup>3</sup>	9,91/m <sup>3</sup>	10,38/m <sup>3</sup>	12,07/m <sup>3</sup>	13,33/m <sup>3</sup>	16,31/m <sup>3</sup>
Residencial Popular	Até 10	10,10/mês	10,70/mês	11,30/mês	12,20/mês	12,78/mês	14,31/mês	15,80/mês	19,33/mês
	De 11 - 20	2,03/m <sup>3</sup>	2,15/m <sup>3</sup>	2,28/m <sup>3</sup>	2,46/m <sup>3</sup>	2,58/m <sup>3</sup>	2,89/m <sup>3</sup>	3,19/m <sup>3</sup>	3,90/m <sup>3</sup>
	De 21 - 30	4,27/m <sup>3</sup>	4,53/m <sup>3</sup>	4,79/m <sup>3</sup>	5,17/m <sup>3</sup>	5,41/m <sup>3</sup>	6,06/m <sup>3</sup>	6,69/m <sup>3</sup>	8,18/m <sup>3</sup>
	De 31 - 50	5,40/m <sup>3</sup>	5,73/m <sup>3</sup>	6,07/m <sup>3</sup>	6,56/m <sup>3</sup>	6,87/m <sup>3</sup>	7,38/m <sup>3</sup>	8,15/m <sup>3</sup>	9,97/m <sup>3</sup>
	Excedente de 50	8,49/m <sup>3</sup>	9,00/m <sup>3</sup>	9,53/m <sup>3</sup>	10,29/m <sup>3</sup>	10,78/m <sup>3</sup>	11,63/m <sup>3</sup>	12,84/m <sup>3</sup>	15,71/m <sup>3</sup>
Entidades Filantrópicas	Até 10	10,10/mês	10,70/mês	11,30/mês	12,20/mês	12,78/mês	14,31/mês	15,80/mês	19,33/mês
	Excedente de 10	1,01/m <sup>3</sup>	1,07/m <sup>3</sup>	1,13/m <sup>3</sup>	1,22/m <sup>3</sup>	1,28/m <sup>3</sup>	1,43/m <sup>3</sup>	1,58/m <sup>3</sup>	1,93/m <sup>3</sup>
Comercial	Até 15	69,00/mês	73,20/mês	77,40/mês	83,59/mês	87,54/mês	98,04/mês	108,27/mês	132,45/mês
	De 16 - 100	5,92/m <sup>3</sup>	6,28/m <sup>3</sup>	6,64/m <sup>3</sup>	7,17/m <sup>3</sup>	7,51/m <sup>3</sup>	8,72/m <sup>3</sup>	9,63/m <sup>3</sup>	11,78/m <sup>3</sup>
	Excedente de 100	5,32/m <sup>3</sup>	5,64/m <sup>3</sup>	5,97/m <sup>3</sup>	6,45/m <sup>3</sup>	6,76/m <sup>3</sup>	7,57/m <sup>3</sup>	8,36/m <sup>3</sup>	10,23/m <sup>3</sup>
Comercial Pequenos Negócios	Até 15	41,25/mês	43,80/mês	46,35/mês	50,05/mês	52,42/mês	58,71/mês	64,83/mês	79,31/mês
	De 16 - 100	6,14/m <sup>3</sup>	6,51/m <sup>3</sup>	6,89/m <sup>3</sup>	7,44/m <sup>3</sup>	7,79/m <sup>3</sup>	8,41/m <sup>3</sup>	9,29/m <sup>3</sup>	11,36/m <sup>3</sup>
	Excedente de 100	5,32/m <sup>3</sup>	5,64/m <sup>3</sup>	5,97/m <sup>3</sup>	6,45/m <sup>3</sup>	6,76/m <sup>3</sup>	7,57/m <sup>3</sup>	8,36/m <sup>3</sup>	10,23/m <sup>3</sup>
Industrial	Até 15	70,65/mês	74,85/mês	79,35/mês	85,69/mês	89,74/mês	100,51/mês	110,99/mês	135,77/mês
	De 16 - 100	6,20/m <sup>3</sup>	6,57/m <sup>3</sup>	6,96/m <sup>3</sup>	7,52/m <sup>3</sup>	7,88/m <sup>3</sup>	8,83/m <sup>3</sup>	9,75/m <sup>3</sup>	11,93/m <sup>3</sup>
	Excedente de 100	5,32/m <sup>3</sup>	5,64/m <sup>3</sup>	5,97/m <sup>3</sup>	6,45/m <sup>3</sup>	6,76/m <sup>3</sup>	7,57/m <sup>3</sup>	8,36/m <sup>3</sup>	10,23/m <sup>3</sup>
Pública	Até 15	70,80/mês	75,00/mês	79,50/mês	85,86/mês	89,92/mês	100,71/mês	111,21/mês	136,04/mês
	Excedente de 15	7,73/m <sup>3</sup>	8,20/m <sup>3</sup>	8,68/m <sup>3</sup>	9,37/m <sup>3</sup>	9,81/m <sup>3</sup>	10,99/m <sup>3</sup>	12,14/m <sup>3</sup>	14,85/m <sup>3</sup>

**TARIFA DE ESGOTO = 100 % DO VALOR DA TARIFA DE ÁGUA**