

FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA
CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**“SUSTENTABILIDADE EM INSTITUIÇÃO DE ENSINO: ESTUDO
DE CASO DO EDIFÍCIO PROFESSOR LUIZ GONZAGA BALBI E
EDIFÍCIO PROFESSOR LUIZ BARBOSA FILHO, DO CAMPUS
UNIVERSITÁRIO OLEZIO GALOTTI - UNIFOA”.**

FABRICIO SILVA PASSOS
FELIPE RAMON ANDRADE DA ROCHA GALDINO
JACQUELINE DOS SANTOS RODRIGUES

VOLTA REDONDA

2017

FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA
CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

FABRICIO DA SILVA PASSOS
FELIPE RAMON ANDRADE DA ROCHA GALDINO
JACQUELINE DOS SANTOS RODRIGUES

Monografia apresentada como exigência
para obtenção do grau de Bacharelado em
Engenharia Civil do Centro Universitário de
Volta Redonda - UNIFOA.

Alunos:

Fabício Silva Passos

Felipe Ramon Andrade da Rocha Galdino

Jacqueline dos Santos Rodrigues

Orientador: Prof. Marcus Vinicius Faria de
Araújo

VOLTA REDONDA

2017

RESUMO

O presente trabalho apresenta um estudo de caso a respeito dos edifícios Luiz Gonzaga Balbi e Luiz Barbosa Filho do Centro Universitário de Volta Redonda, visto que será implantado no campus do Centro Universitário Olezio Galotti, sistemas de tratamento de esgotos que atenderá também os prédios em questão. A pesquisa teve como objetivo geral estudar a possibilidade de dar destino ao efluente tratado, utilizando-o para atender aparatos sanitários em ambos os edifícios. O estudo também se estende a averiguação da viabilidade técnica e econômica de se aproveitar a água pluvial, visto que as áreas dos telhados são grandes o suficiente para uma coleta significativa de tais águas. A aplicação dos conceitos aplicados no presente trabalho possibilita inferir sobre a possibilidade da solução proposta ser adotada não só para a instituição como pela comunidade, diminuindo o consumo de água potável para fins que não necessitam o emprego da mesma.

Palavras-chave: Água, Economia, Reaproveitamento e Sustentabilidade.

Dedicamos este trabalho às pessoas mais importantes de nossas vidas: nossos pais, Maria de Lourdes e Agostinho, Marta e Silvio, Ana Maria e Valdir, que confiaram no nosso potencial para esta conquista.

Queremos agradecer a Deus, pela força e coragem durante toda esta longa caminhada. Aos nossos pais, pelo amor e incentivo. Ao nosso orientador Marcus Vinícius pelo empenho dedicado à elaboração deste trabalho. À Acza Roosevelt, por toda ajuda prestada. E a todos os professores que compartilharam conhecimentos conosco nesses anos de graduação, o nosso muito obrigado.

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 14 |
| 1.1 Problemática..... | 16 |
| 1.2 Justificativa | 17 |
| 1.3 Objetivos..... | 19 |
| 1.3.1 Objetivo Geral | 19 |
| 1.3.2 Objetivo Especifico..... | 19 |
| 1.4 Hipóteses..... | 20 |
| 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 22 |
| 2.1 A Crise Hídrica no Mundo..... | 22 |
| 2.2 O que é feito no Brasil | 26 |
| 2.3 O que é Reuso de Águas Cinzas | 30 |
| 2.4 O que é Reuso de Águas Pluviais | 33 |
| 3 METODOLOGIA | 35 |
| 3.1 Estudo de Caso dos edifícios Professor Luiz Gonzaga Balbi e Professor Luiz Barbosa Filho do Campus Universitário Olezio Galotti no Centro Universitário de Volta Redonda | 37 |
| 3.1.1 Aproveitamento de Água Pluvial | 40 |
| 3.1.1.1 Vazão Captada pelas calhas..... | 42 |
| 3.1.2 Iluminação..... | 44 |
| 3.1.3 Aproveitamento da água de reuso | 47 |

| | |
|---|-----------|
| 4 RESULTADOS E DISCUÇÕES | 48 |
| 4.1 Dimensionamento da vazão em relação as áreas de captação..... | 48 |
| 4.1.1 Água pluvial do Edifício Luiz Gonzaga Balbi (Prédio 13) | 48 |
| 4.1.2 Água pluvial do Edifício Luiz Barbosa Filho (Prédio 14)..... | 48 |
| 4.2 Iluminação | 50 |
| 4.3 Sistema de distribuição da água de reuso | 54 |
| 4.3.1 Dimensionamento da bomba elevatória | 55 |
| 4.3.2 Custos do reservatório e da bomba elevatória..... | 60 |
| 5 CONCLUSÃO | 61 |
| 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 63 |
| 7 ANEXOS | 69 |
| 7.1 Anexo I | 69 |
| 7.2 Anexo II | 74 |
| 7.3 Anexo III | 75 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 – Esquema figurado dos prédios com os reservatórios. | 37 |
| Figura 2 – Fluxo da água de reuso..... | 38 |
| Figura 3 – Fluxograma do funcionamento das válvulas e dos sensores de nível nos reservatórios..... | 39 |
| Figura 4 – Disposição dos telhados | 42 |
| Figura 5 – Exemplo de instalação de pequena elevatória..... | 56 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|---|----|
| Gráfico 1 – Distribuição de Água no mundo..... | 23 |
| Gráfico 2 – População Brasileira e seus recursos hídricos | 23 |
| Gráfico3 – Índice de Perdas naDistribuição..... | 26 |
| Gráfico 4 – Necessidade de Ampliação de Distribuição de Água..... | 28 |
| Gráfico 5 - Reutilização da Água para Fins não Potáveis | 31 |
| Gráfico 6 - Participação da Região..... | 40 |
| Gráfico 7 - Queda Anual..... | 41 |
| Gráfico 8 – Comparativo de Custos Acumulativos entre lâmpadas..... | 53 |
| Gráfico 9 – Curva de dimensionamento altura manométrica x vazão | 58 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|---|----|
| Quadro 1 - Principais parâmetros de qualidade da água. | 34 |
|---|----|

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 – Volume médio anual de coleta de esgotos na região Metropolitana de São Paulo. | 29 |
| Tabela 2 – Volume médio anual de tratamento de esgotos na região Metropolitana de São Paulo..... | 29 |
| Tabela 3 – Parâmetros de Qualidade de Água não-Potável | 31 |
| Tabela 4 – Especificações e características dos telhados | 43 |
| Tabela 5 – Características das lâmpadas Fluorescentes e LED | 45 |
| Tabela 6 - Quantitativos de lâmpadas do prédio 13 | 46 |
| Tabela 7 - Quantitativos de lâmpadas do prédio 14 | 46 |
| Tabela 8 - Contribuição diária de esgoto (C) e de lodo fresco (Lf) por tipo de prédio e ocupante..... | 47 |
| Tabela 9 – Consumo e Custos das Lâmpadas. | 52 |
| Tabela 10 – Calculo da altura manométrica geral. | 57 |
| Tabela 11 – Tabela recalque..... | 57 |
| Tabela 12 – Especificações técnicas da bomba..... | 59 |
| Tabela 13 – Composição de custos para instalação do sistema de distribuição da água de reuso e água pluvial..... | 60 |
| Tabela 14 – Composição de custo da Mão de Obra para implante do projeto..... | 60 |

LISTA DE SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

ANA – Agência Nacional de Águas

ATLAS - Abastecimento Urbano de Água

CEDAE - Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro

CEMIG – Companhia Energética de Minas Gerais S.A

CNRH - CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

DOU - Diário Oficial da União

ETE - Estação de Tratamento de Esgoto

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IES – Instituição de Ensino Superior

IFC – Instituto Federal Catarinense

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

LED - Light Emitting Diode (Emissor de luz)

MCEC - Laboratório Controle sanitário

ONU – Organização das Nações Unidas

PLANSAB – Plano Nacional de Saneamento Básico

SABESP - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo

SNIS - Sistema Nacional de Informações de Saneamento

UNESCO – United Nation Educational, Scientific and Cultural Organization

LISTA DE ANEXOS

| | |
|--|----|
| Anexo I – Parâmetros de Qualidade de Água não Potável | 68 |
| Tabela 1 – Perdas de pressão por atrito em tubulações. | 68 |
| Tabela2 – Perdas de pressão em registros de gaveta. | 69 |
| Tabela3 – Perdas de pressão em curvas de 90° | 70 |
| Tabela4 – Perdas de pressão em válvulas de retenção. | 71 |
| Tabela5 – Perdas de cargas em acessórios..... | 72 |
| Anexo II – Dados dimensionais e de instalação de bomba elevatória..... | 73 |
| Anexo III - Planilha para auxílio de composição de custo | 74 |

1 - INTRODUÇÃO

A construção civil vem progredindo no sentido da sustentabilidade, uma vez que as componentes ambientais, sociais, econômicas e culturais são as bases da sociedade moderna, exigindo dos setores mais engajamento da causa em questão.

O UniFOA como um centro universitário dispõe gradativamente de condições para a aplicação desse conceito de sustentabilidade. Por este motivo, o objetivo do trabalho é propor o uso de técnicas e tecnologias da Engenharia Civil que possam aproveitar as condições de captação de água de chuva e da reutilização da água proveniente do esgoto dos Edifícios Professor Luiz Gonzaga Balbi e Luiz Barbosa Filho, para que após um condicionamento adequado destas águas, as mesmas possam ser armazenadas com vistas ao reuso nestes edifícios, seja para descargas sanitárias, seja para rega em jardins.

A relevância desse trabalho está atrelada à questão ambiental pela redução do recurso natural “água”, pelo reuso dos efluentes tratados e uso da água de chuva. Englobando a questão econômica que visa à redução dos gastos. Na vertente social, o projeto possui caráter inspirador, uma vez testado e aprovado em uma instituição de ensino, pode ser replicado para a sociedade.

Por tal motivo, a metodologia utilizada envolve uma caracterização dos edifícios, sabendo o consumo de água dos mesmos, qual número de pessoas e de que forma utilizam, as características dos edifícios em termos de área de captação de água de chuva e também em termos de geração de esgoto com seu consequente tratamento.

Para que seja possível saber, tanto a quantidade de água que se consome, quanto a de efluente e reuso. Para termos condições de suprir e fazer um balanço hídrico.

Ao final da aplicação dessa metodologia, pretende-se discutir os benefícios e os custos relacionados com a implantação do projeto, que se pretende desenvolver e elaborar as conclusões. Também, algo que venha de encontro com as políticas ambientais, ou projeto pedagógico do curso de engenharia civil que prevê o uso passivo

dos recursos naturais, almejando ao final estar aplicando esse conceito de sustentabilidade.

1.1 – PROBLEMÁTICA

Até à Conferência do Rio de Janeiro em 1992, as IES (INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR) praticamente estiveram fora do palco da discussão sobre o desenvolvimento sustentável segundo (Tauchen e Brandli 2006, apud INTERNATIONAL ASSOCIATION OF UNIVERSITIES, 1993).

Ainda Segundo Tauchen e Brandli (2006), existem atualmente cerca de cento e quarenta IES que incorporaram políticas ambientais na administração e na gestão acadêmica, ou seja, um número bem exíguo se comparado ao atual cenário de crise hídrica global onde o empenho dessas instituições onde são formadas opiniões será sempre um diferencial.

Portanto as principais questões a serem abordadas nesse trabalho serão:

- Qual será o impacto a sociedade com o desenvolvimento desse sistema em uma IES?
- Qual a visibilidade da questão da sustentabilidade que será passado aos próprios discentes da IES?

1.2 – JUSTIFICATIVA

Segundo a ONU, a água é considerada o maior e mais importante recurso do mundo, está presente no cotidiano das pessoas de diversas formas, como: saciando a sede, para fins domésticos, de agricultura e industriais. Levando em consideração que o seu consumo aumentou exponencialmente, devido ao crescimento da população mundial e ao progresso tecnológico, o homem conseqüentemente passou a consumir um maior volume de água, acarretando assim uma crise global nos dias atuais.

A gestão dos recursos hídricos tem um grande desafio: equilibrar a necessidade dos usuários e a disponibilidade de água. A pressão sobre os recursos hídricos pode ser reduzida com o controle das demandas. Segundo Rodrigues (2005) o reuso de água surge atuando em dois aspectos:

Instrumento para redução do consumo de água (controle de demanda);

Água de reuso considerada recurso hídrico complementar (CUNHA, 2011).

Existem atividades exercidas hoje em dia que dispensam o uso de água potável, pensando em uma forma visada para a sustentabilidade, poderá ser possível controlar e encontrar um equilíbrio entre necessidade e disponibilidade através da reutilização de águas cinzas, e águas pluviais. As técnicas para reutilização da água são uma grande saída para o gasto de alguns fins industriais, sanitários ou até mesmo na rega de jardins, para evitar o desperdício e emprego desnecessário da água pura, sendo preservada para finalidades em que sua pureza seja imprescindível.

A preocupação com o desenvolvimento sustentável e ações de gestão ambiental vem ganhando um espaço crescente nas Instituições de Ensino Superior. Isto tem se revelado a partir da abordagem educacional, na preparação de estudantes e fornecimento de informações e conhecimento sobre gestão ambiental e nos exemplos práticos incorporados na operação de seus campi. (TAUCHEN, 2006)

O presente projeto se justifica pela necessidade de transformar o uso desse recurso hídrico, contribuindo com um incentivo aos universitários dentro de uma IES iniciando pela conscientização, a busca por informações, aos malefícios que o desperdício faz ao meio ambiente, onde futuramente poderá se instigar a curiosidade, e incentivar a pesquisa de diversos sistemas na área da sustentabilidade que visem a combinação de economia e preservação do meio ambiente. Levando em consideração que a Universidade é um pequeno espaço urbano, com extensão de diversas

atividades que necessite de água como lanchonetes, banheiros, centro de conveniência e etc. O sistema de reaproveitamento de águas cinzas e águas pluviais contribuirá com um exemplo inicial, uma infraestrutura básica, visando futuras discussões voltadas para estes fins. Trazendo também para o Centro Universitário de Volta Redonda (UNIFOA) a oportunidade de se tornar um exemplo em sustentabilidade dentre as instituições de ensino, com uma pesquisa relevante para a Área de Engenharia Civil.

1.3– OBJETIVOS

1.3.1 – Objetivo Geral

O objetivo geral do projeto visa estruturar a possível utilização de água de chuva nos edifícios Luiz Barbosa Filho e Luiz Gonzaga Balbi e estudar a viável reutilização da água proveniente do tratamento de esgoto a ser implantado, a substituição de lâmpadas fluorescentes por lâmpadas LED, contribuindo assim para a sustentabilidade e economia de capital do Centro Universitário de Volta Redonda – UniFOA – Campus Olezio Galotti.

1.3.2 – Objetivos Específicos

- a) Analisar o histórico de consumo de água dos edifícios;
- b) Estudar um possível sistema de utilização, armazenamento e distribuição tanto pra água de chuva quanto para a água procedente do esgoto tratado, contemplando aparatos sanitários.
- c) Levantar um estudo para substituição das lâmpadas fluorescentes por um modelo mais econômico.
- d) Determinar a viabilidade econômica para o desenvolvimento do sistema de reutilização.

1.4 – HIPÓTESES

O presente trabalho visa também compreender o porquê de realizar um estudo de caso em uma Instituição de Ensino Superior. Um exemplo de sistema pedagógico explorado por alunos pode ser um caminho para uma ampla conscientização, da sociedade como um todo voltado para a sustentabilidade, em ações eficazes em economizar, evitando demasiada utilização de água potável para fins desnecessários.

Rodrigues, (2005 apud Hespanhol 2003), a definição de alguns requisitos para viabilizar a implementação dos processos de reciclagem da água cinza: “As possibilidades e formas potenciais de reuso dependem, evidentemente, de características, condições e fatores locais, tais como decisão política, disponibilidade técnica e fatores econômicos, sociais e culturais.”

Através desta análise será possível verificar a eficácia do estudo de caso em questão, se a economia da água nos edifícios da UNIFOA ira chegar a um valor significativo do consumo de água, acreditando na capacidade dos alunos de planejar um sistema auto suficiente, que atenda a demanda almejada para os fins desnecessários da utilização da água pura em questão.

Um projeto com possíveis conclusões valiosas, atendendo da melhor forma o Centro Universitário, com a possibilidade de existir uma futura implementação do sistema em estudo. Baseado em dados reais, almejando a disponibilidade dos recursos financeiros, se adequando as necessidades, provando seu real benefício aos mesmos.

Segundo Careto e Vendeirinho (2006 apud Tauchen 2003), “as Universidades e outras instituições de ensino superior precisam praticar aquilo que ensinam”. Em harmonia com os autores, os papeis atribuídos às IES (Instituições de Ensino Superior) são: a construção do desenvolvimento tecnológico, preparação dos estudantes e fornecimento de informações e conhecimento. É de suma importância que essas instituições utilizem todo esse processo para beneficiar também à sociedade, incorporando nelas os princípios e práticas da sustentabilidade, tanto como influencia quanto no seu espaço físico.

Pensando nisso entende-se que a iniciativa dessa pesquisa poderá trazer benefícios notáveis para a instituição e possivelmente para as pessoas que fazem do UniFOA um ponto de referência em ensino.

2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 - A crise hídrica no mundo

A água está presente no cotidiano de todas as pessoas do planeta e é o recurso mais importante e indispensável para as atividades humanas, sejam elas para consumo, indústria, agricultura, pecuária entre outros. Sua disponibilidade está intimamente ligada à redução da pobreza e desenvolvimento econômico e sua escassez afeta os meios de subsistência de bilhões de pessoas.

A demanda hídrica global é fortemente influenciada pelo crescimento da população, pela urbanização, pelas políticas de segurança alimentar e energética, e pelos processos macroeconômicos, tais como a globalização do comércio, as mudanças na dieta e o aumento do consumo. Em 2050, prevê-se um aumento da demanda hídrica mundial de 55%, principalmente devido à crescente demanda do setor industrial, dos sistemas de geração de energia termoeletrica e dos usuários domésticos. (ÁGUA PARA UM MUNDO SUSTENTÁVEL, UNESCO-WWDR 2015).

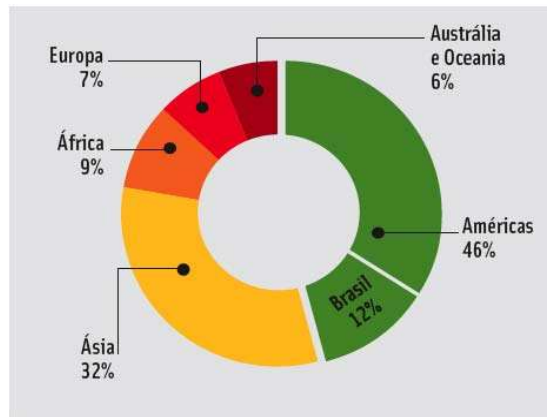
Seguindo essa linha é perceptível a influência do desenvolvimento econômico e populacional na disponibilidade da água e a necessidade cada vez maior da utilização desse recurso para desenvolvimento desses setores, o que torna necessária uma gestão mais eficiente de utilização e reaproveitamento da água para amenizar os impactos causados pelo seu uso desenfreado.

Segundo o Relatório das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Mundial dos Recursos Hídricos (2016) a geração de empregos e postos de trabalho está intimamente ligada à disponibilidade de recursos hídricos para a geração de empregos e trabalhos dignos onde três em cada quatro postos de trabalho dependem da água.

Ainda segundo alerta o relatório das Nações Unidas, a escassez da água vai afetar diretamente a qualidade de vida. Atualmente já são dois bilhões de pessoas enfrentando a falta de água, a previsão é que em 2025 este número dobre. Em cem anos o consumo de água cresceu seis vezes, taxa duas vezes maior que o crescimento demográfico. O uso intensivo na agricultura foi a principal causa.

O primeiro gráfico mostra como se dá a distribuição de água no mundo.

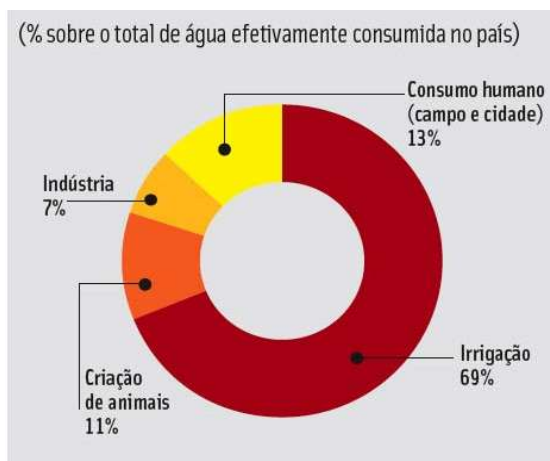
Gráfico 1 - Distribuição de Água no Mundo



Fonte: ANA (2016).

Em seguida o gráfico expõe com o que a população brasileira utiliza seus recursos hídricos.

Gráfico 2 - População Brasileira e seus recursos hídricos



Fonte: ANA (2016).

A água como recurso potável finito, deve ser conservada e medidas como racionamento se tornaram mais comuns no Brasil, mesmo nosso país comportando 12% da água potável do mundo, devido principalmente à má gestão da água e fenômenos climáticos como a seca. Devido a isso a intervenção no sentido de economia e novas formas de reutilização da mesma estão sendo exploradas por diversos países com falta de água.

A seguir, alguns exemplos de formas tomadas por alguns países pra retardar ou prevenir a falta de água pelo mundo.

1. Tunísia;

Segundo Rodrigues (1998), o reuso na Tunísia passou a ser necessário, além de prioritário na estratégia nacional para a gestão de recursos hídricos, em função do crescimento da escassez e do aumento da poluição das águas, dados do autor em 2005 mostram que os programas de reuso começaram na década de sessenta e o país está entre as poucas nações do mediterrâneo que tem uma política federal de reuso, elaborada e implementada.

Esta água de reuso é usada para irrigação restrita. Os efluentes com tratamento secundário são aplicados em uma série de culturas, exceto em vegetais que são consumidos crus ou cozidos. O reuso agrícola é regulamentado pela Lei das Águas de 1975 e pelo decreto n.º 89-1047 de 1989. (RODRIGUES, 2005, apud BAHRI 1998).

2. África do Sul;

Devido as suas condições geográficas e por suas maiores cidades estarem localizadas longe do mar, sua legislação prevê o reuso indireto dos efluentes através do retorno ao curso d'água de origem. Devido a isso há um grande controle em relação aos aspectos de tratamento e qualidade para a descarga nos efluentes nos corpos d'água. (RODRIGUES, 2005).

3. Itália;

Já na Itália há grande preocupação para que não haja contaminação do solo e de corpos hídricos, para tanto existe uma lei nacional Lei n.º 319 de 1976, que define padrões e métodos para a proteção destes solos e de culturas irrigadas com água de reuso, em função das características das plantações. Nas três regiões da Itália onde o reuso é praticado mais intensamente (Puglia, Emilia Romana e Sicília), os padrões exigidos são ainda mais detalhados sem que haja necessidade de seguir a legislação federal. (RODRIGUES, 2005, apud BONToux 1998).

4. México;

Ainda segundo Rodrigues (2005), o reuso de água no México é fundamental para sua disponibilidade hídrica. No vale do Mesquital, cidade localizada a 90 quilômetros ao norte da capital, com aproximadamente 495 mil habitantes, sua principal atividade é a agricultura complementada pela pecuária, o nível de vida desta

população é superior ao daquelas que não possuem águas residuais para a irrigação, uma vez que essas águas residuais provenientes do México, depois de devidamente tratadas, proporcionam e melhoram a qualidade do solo, e os nutrientes que carregam, permitem uma maior produtividade agrícola.

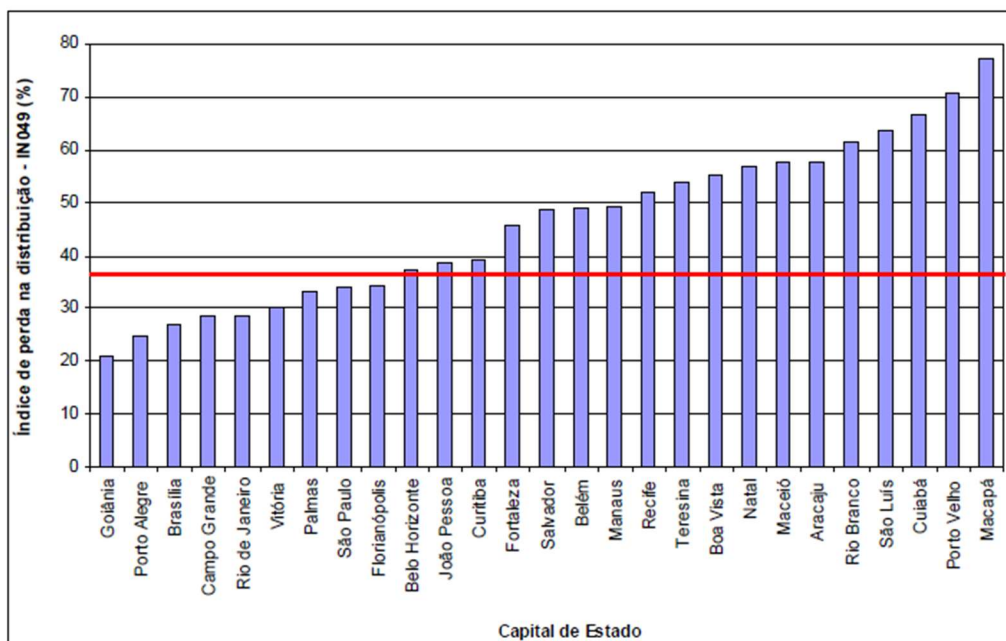
2.2 - O que é feito no Brasil

A área superficial do Brasil é de 8.515.767,049 km², possui segundo dados do IBGE obtidos pelo recenseamento demográfico de 2010, 190.732.694 de habitantes, e uma projeção de mais de 206 milhões até o final de outubro de 2016 segundo o mesmo.

Devido a sua vasta extensão territorial com dimensões continentais, possui regiões bem contrastantes como a Amazônia e o semiárido nordestino, na primeira se encontra mais da metade da água doce disponível do país e no Nordeste são comuns longos períodos de seca, onde os índices pluviométricos são irregulares e inferiores a 900 mm ao ano, escasseando os já insuficientes recursos hídricos disponíveis para todos os setores da sociedade e mesmo com a constante crise hídrica (ANA, 2013). As perdas com vazamentos e ligações ilegais atingem 50,8 litros a cada 100 litros de água retirados do subsolo, o que coloca a região com o segundo lugar no índice de perdas ficando em primeiro a região norte.

A seguir o gráfico 3 demonstra o índice de perdas na distribuição dos prestadores de serviços participantes do SNIS (Sistema Nacional de Informações de Saneamento) em 2014, segundo capital de estado e média do Brasil.

Gráfico 3 - Índice de Perdas na Distribuição



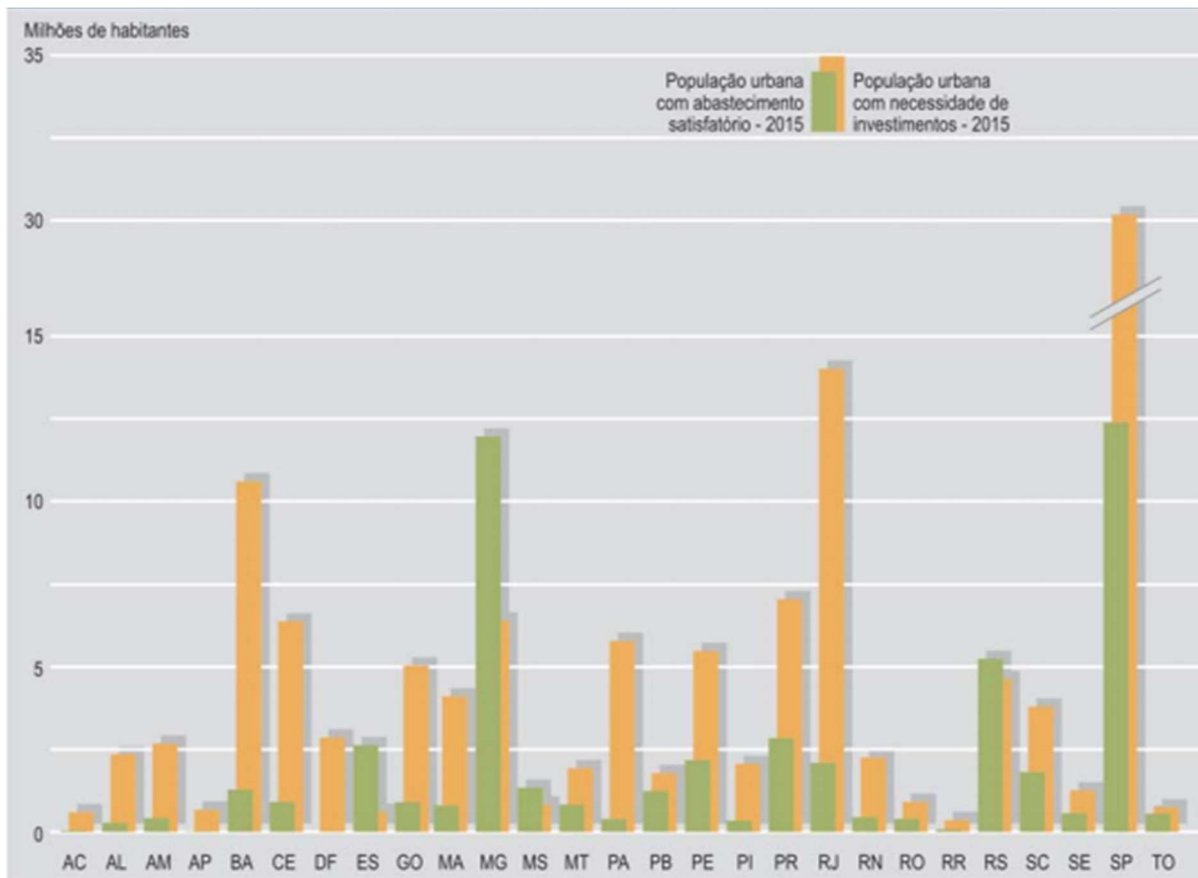
Fonte: SNIS 2016

Segundo relatório do Sistema Nacional de Informações de Saneamento (SNIS) o consumo médio de água no país é de 162,0 litros por habitante ao dia, teve uma pequena queda de 2,6% em relação a 2013. Em 2014, os consumos apresentam variações regionais de 118,9 l/hab. x dia no Nordeste a 187,9 l/hab. x dia no Sudeste. Por sua vez, ao distribuir água para garantir tal consumo, os sistemas sofrem perdas na distribuição, que na média nacional alcançam 36,7%, número 0,3% menor que o de 2013, quando o valor foi de 37,0%.

Nesse sentido percebe-se a falta de conscientização da população e principalmente engajamento do poder público para desmitificar o conceito de água infinitamente disponível no Brasil uma vez que o desperdício em perdas com vazamentos e utilização excessiva e inadequada da água tratada é inaceitável por ser um recurso que devido principalmente por fenômenos climáticos se torna escasso, portanto a população deve ser condicionada a economizar a mesma, onde deve haver formas de sanar as perdas de água tratada e investimentos em sistemas de reaproveitamento de esgotos e utilização das águas pluviais.

O gráfico 4, foi emitido em 2016 pela ATLAS (Abastecimento Urbano de Água) /ANA (Agência Nacional de Águas), mostra a oferta e a necessidade por ampliação na distribuição de água por estado em 2015.

Gráfico 4: Necessidade de Ampliação de Distribuição de Água



Fonte: ATLAS/ANA (2016)

Um exemplo de iniciativa para amenizar os problemas de abastecimento de água potável, pode ser visto na empresa Sabesp (Saneamento Básico do Estado de São Paulo). Com a intenção de aumentar o índice do uso de efluentes para fins Industriais e refrigeração de equipamentos, a empresa está investindo em novas tecnologias e ações que garantem o desenvolvimento do projeto.

Segundo o site da Sabesp acessado em 2017, o Aquapolo Ambiental é uma ação conjunta entre Sabesp e Foz do Brasil (grupo Odebrecht), que ampliou treze vezes a sua produção de águas de reuso, sendo possível fornecer 395.000.000 (trezentos e noventa e cinco milhões) de litros de água de esgoto por mês para tratamento nas estações do ABC, Barueri, Parque Novo Mundo, São Miguel Paulista e Jesus Neto.

As tabelas 1 e 2 mostram respectivamente o volume médio anual de coleta de esgotos, e o volume médio anual de tratamento de esgotos na região metropolitana de São Paulo:

Tabela 1 – Volume médio anual de coleta de esgotos na região Metropolitana de São Paulo.

| Volume médio anual de coleta | 2015 | 2014 | 2013 | 2012 | 2011 |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|
| Volume de Esgoto coletado (m ³ /s) | 20,4 | 23,1 | 24,6 | 24 | 23,5 |
| Índice de atendimento em coleta (%) | 87,00% | 87,00% | 87,00% | 87,00% | 86,00% |

Fonte: baseado em informações da Sabesp 2016

Tabela 2 – Volume médio anual de tratamento de esgotos na região Metropolitana de São Paulo.

| Volume médio anual de tratamento | 2015 | 2014 | 2013 | 2012 | 2011 |
|---|-------|--------|--------|-------|-------|
| Volume de Esgoto tratado (m ³ /s) | 4 | 5,2 | 6,2 | 6 | 5,2 |
| Índice de tratamento de esgotos coletados (%) | 7,00% | 77,00% | 67,00% | 7,00% | 5,00% |

Fonte: baseado em informações da Sabesp 2016

Conforme foi dito por Lopes (2015), no Rio de Janeiro capital a CEDAE (Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro) através da ETE (Estação de Tratamento de Esgoto) Penha, produz cerca de 6 milhões de litros de água de reuso que são fornecidos para a Comlurb. A água tratada é transportada em caminhões-pipa e se destina à limpeza de ruas após feiras livres, calçadas, praças e monumentos da cidade do Rio de Janeiro e também para lavagem dos pátios internos da própria Comlurb. Já na ETE Alegria, 910 mil litros de água de reuso são encaminhados todo mês para o setor de construção e limpeza das obras do Porto Maravilha, ao lado da estação.

Segundo a ANA (2015), em 2014, o volume total de esgoto tratado no Brasil foi de 120 m³ /s e o uso feito pelo setor industrial de 395 m³ /s. O volume tratado hoje apesar de muito aquém do que seria necessário equivale a quase 1/3 do demandado pela indústria. Atingindo as metas do PLANSAB de expansão da infraestrutura de saneamento básico em menos de 20 anos, (tratando 90% dos esgotos das cidades) serão atendidos 260 m³ /s, quase 70% da demanda exercida pela indústria.

2.3 - O que é o reuso de Águas Cinzas

Seguindo o princípio de que o reuso de água é benéfico ao meio ambiente, reduz riscos à sociedade e diminui gastos decorrentes da poluição, A RESOLUÇÃO Nº. 54, DE 28 DE NOVEMBRO DE 2005 (publicada no DOU em 09/03/06), do CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS-CNRH, resolveu:

Art. 1º Estabelecer modalidades, diretrizes e critérios gerais que regulamentem e estimulem a prática de reuso direto não potável de água em todo o território nacional.

Art. 2º Para efeito desta Resolução, são adotadas as seguintes definições:

I - água residuária: esgoto, água descartada, efluentes líquidos de edificações, indústrias, agroindústrias e agropecuária, tratados ou não;

II - reuso de água: utilização de água residuária;

III - água de reuso: água residuária, que se encontra dentro dos padrões exigidos para sua utilização nas modalidades pretendidas;

IV - reuso direto de água: uso planejado de água de reuso, conduzida ao local de utilização, sem lançamento ou diluição prévia em corpos hídricos superficiais ou subterrâneos;

V - produtor de água de reuso: pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, que produz água de reuso;

VI - distribuidor de água de reuso: pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, que distribui água de reuso;

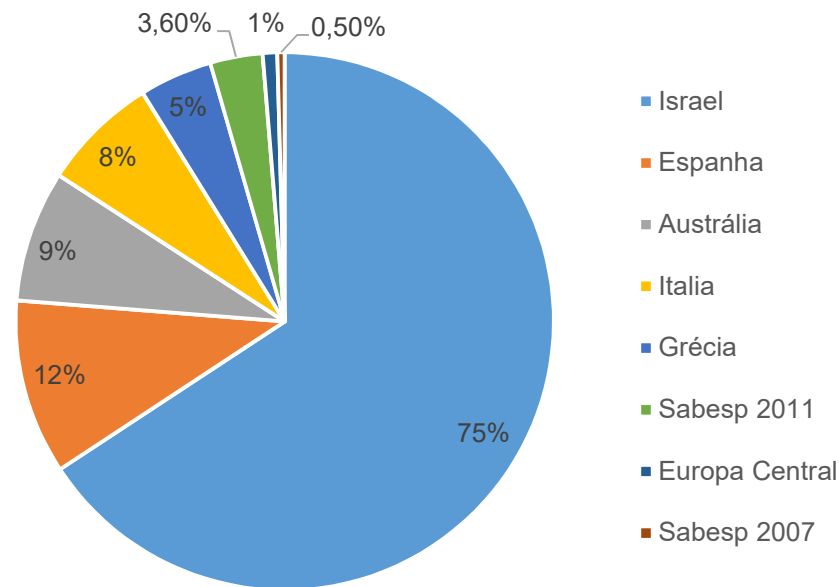
VII - usuário de água de reuso: pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, que utiliza água de reuso.

Segundo Corsini (2012), Os efluentes domésticos não industriais são chamadas de águas cinzas. Diferem das águas negras sanitárias, mais poluídas, pela quantidade e composição de produtos químicos e contaminantes biológicos. As águas cinzas são aquelas que provêm do uso de chuveiro, pia, tanque e máquina de lavar roupas.

A Sabesp (2016), define a água de reuso como resultado do tratamento avançado dos esgotos gerados pelos imóveis conectados à rede coletora de esgotos. Pode ser utilizada em processos que não requerem água que seja potável, mas sanitariamente segura, gerando a redução de custos e garantindo o uso racional da água.

O Gráfico 5 faz um comparativo da reutilização de água para fins não potáveis, como lavagem de ruas, veículos e no processo industrial, entre algumas regiões do mundo e a Sabesp. Sabendo que ela fornece 100 mil m³ / mês.

Gráfico 5: Reutilização da Água para Fins não Potáveis



Fonte: Sabesp (2011)

A seguir, a Tabela 3 adaptado da SABESP (2011) define os padrões de qualidade para a água não potável.

Tabela 3 – Parâmetros de qualidade da água não potável.

| PARAMÊTROS DE QUALIDADE ÁGUA NÃO-POTÁVEL | | |
|---|--|--------------------------------|
| Parâmetros (mg/L) | Qualidade de Água Industrial Fornecida | Padrão de Água Industrial (^^) |
| Alcalinidade | 54,9 | 100 |
| Cloreto | 79,5 | 80 (70 [^]) |
| Condutividade | 507 | 250 (500 [^]) |
| Cor (UC) | 7,56 | 10 |
| DQO | 12,9 | 20 |
| Nitrogênio amoniacal | 10,1 | <1 |
| NMP Coli fecal (org./100ml) | 0 | 0 |
| NMP Coli total (org./100ml) | <1 | 2 |
| pH | 7 | >6,7 |
| Sólidos dissolvidos totais | 253,9 | 250 (300 [^]) |
| Sólidos suspensos totais | 2,4 | 5 |
| NTU | 0,58 | 1 |

OBS: (*) Limites requeridos pela indústria

(**) Padrão água Industrial-Guidelines for Water Reuse Camp..

Dados média / 2009 FONTE: Laboratório Controle sanitário – MCEC. Sabesp (2011).

Rodrigues (2015), diz que o reuso pode ser classificado de acordo com o descarte ou não nos corpos hídricos, são eles:

- Reuso indireto: a água é descartada e diluída no corpo hídrico, para então ser captada para uso novamente.
- Reuso direto: assim como defino pelo CNRH, depois do condicionamento adequado a água é encaminhada diretamente do local de produção ao ponto de utilização.

De acordo com Rêbello (2011), há riscos em constituintes não totalmente removidos:

As águas residuárias possuem constituintes químicos e microbiológicos que não são totalmente removidos ou inativados nas estações de tratamento. O residual de alguns desses pode constituir a causa de alguns riscos para a saúde pública e para o ambiente. O controle desses riscos baseia-se necessariamente no conhecimento da sua proveniência e dos impactos sobre a saúde humana e no ambiente em geral. (RÊBELO, 2011).

Rêbello, (2011 *apud* Almeida 2007), salienta que em relação às águas originadas no espaço doméstico há possibilidades de riscos à saúde pública no que concerne a alguns tipos de reaproveitamento.

Rodrigues, (2005 *apud* Hespanhol 1999), frisa que em função da presença de organismos patogênicos e compostos orgânicos sintéticos, provenientes das estações de tratamento de esgotos, torna inviável a disponibilidade desses recursos para fins potáveis pois para um condicionamento adequado que garanta isenção de riscos à saúde tornaria esse processo muito oneroso.

Seguindo essa linha percebe-se a necessidade de um condicionamento adequado desses efluentes de acordo com o uso ao qual será destinado, uma vez que a economia e a preservação do meio ambiente são motivos mais do que válidos para o reuso dessas águas, entretanto deve-se salientar os potenciais riscos à saúde pública quando não utilizado adequadamente.

2.4 - O que é o reuso de Águas Pluviais

Define-se desperdício como a junção de perdas e uso excessivo, sendo que ambos podem ser decorrentes do mau desempenho do sistema ou negligência e procedimentos inadequados do usuário (GONÇALVES ,2005, apud Hafner, 2007).

Visando que a água é um recurso precioso e que com o aumento populacional no século XXI o consumo aumentou demasiadamente causando um desequilíbrio entre a demanda e a oferta, devemos evitar o desperdício buscando sistemas novos e alternativos para abastecimento de água, o reaproveitamento de água de chuva pode ser um dos escapes adotados para o consumo de água não-potável.

A Reutilização da água de chuva traz diversas vantagens:

- Redução do consumo de água da rede pública e do custo de fornecimento da mesma;
- Evita a utilização de água potável onde esta não é necessária, como por exemplo, na descarga de vasos sanitários, irrigação de jardins, lavagem de pisos, etc;
- Os investimentos de tempo, atenção e dinheiro são mínimos para adotar a captação de água pluvial na grande maioria dos telhados, e o retorno do investimento ocorre a partir de dois anos e meio;
- Faz sentido ecológica e financeiramente não desperdiçar um recurso natural escasso em toda a cidade, e disponível em abundância todos os telhados;
- Ajuda a conter as enchentes, represando parte da água que teria de ser drenada para galerias e rios;
- Encoraja a conservação de água, a auto suficiência e uma postura ativa perante os problemas ambientais da cidade. (QUICK, 2008)

Levando em consideração as vantagens citadas acima o sistema de reaproveitamento traz diversos benefícios porque reduz a demanda nas águas de superfície e subterrâneas protegendo assim o meio ambiente, economiza a água-potável e reduz os gastos.

Segundo MOTA (1997, apud Hafner, 2007) o objetivo do sistema de águas pluviais é garantir o adequado escoamento das águas de chuva, ou seja, recolher e dar destinação à água que cai sobre áreas descobertas como: os telhados, pátios e ruas, chamados áreas de captação. Os volumes de águas pluviais costumam ser expressivos e encontram utilização em diversas atividades não potáveis como para fins de descargas sanitárias, irrigação de gramados, lavagem de calçadas, drenos de ar-condicionado. Os usos potáveis, geralmente, demandam a dificuldade na aceitação pública e devido às características de qualidade da água e custo de tratamento para atender os requisitos de qualidade da mesma não compensam financeiramente.

Quadro 1 – Principais parâmetros de qualidade da água.

| | |
|------------|--|
| Físicos | Cor, turbidez, sabor, odor e temperatura |
| Químicos | Químicos pH, alcalinidade, acidez, dureza, ferro e manganês, cloretos, nitrogênio, fósforo, matéria orgânica, oxigênio dissolvido, micro poluentes inorgânicos e micro poluentes orgânicos |
| Biológicos | Organismos indicadores (coliformes totais, coliformes fecais, estreptococos fecais), algas e bactérias |

Fonte: VON SPERLING, 1995 apud HAFNER 2007.

Os padrões de qualidade recomendados oscilam conforme o uso e a destinação das águas de captação. A legislação brasileira, através da Resolução Conama nº 357 de 2005 e da NBR 15527, fala sobre Água de chuva e o aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis.

O sistema de reaproveitamento será estudado e dimensionado através dos dados do volume de chuva anual da região, consumo de água do edifício, onde será estimada a quantidade de água a ser coletada verificando se atenderá a demanda da mesma para fins não potáveis. Com base no dimensionamento será definido as características do melhor sistema a ser adotado para reciclagem da água, seguindo assim os parâmetros de qualidade conforme normas e leis governamentais.

3 – METODOLOGIA

No presente capítulo aborda o conjunto de métodos que se julgam necessários para acentuar a questão da sustentabilidade especificamente, considerando os edifícios Professor Luiz Gonzaga Balbi e Professor Luiz Barbosa Filho, do Campus Olezio Galotti no Centro Universitário de Volta Redonda - UniFOA.

O projeto está estruturado em duas partes, a primeira, em um texto teórico para explicar procedimentos de captação e reuso de águas de chuva, e métodos de reaproveitamento da água vinda do esgoto tratado. A segunda etapa está organizada na forma de estudo de caso, baseado em um dimensionamento de reservatórios e funcionalidade da distribuição dos recursos explorados pelo conteúdo da proposta.

No estágio inicial, foi feito o uso de referências bibliográficas para embasar teoricamente e cientificamente a pesquisa, com o uso de normas e projetos já publicados para a comprovação da eficácia do sistema e que contribua para o desenvolvimento do presente trabalho.

Para isso elaborou-se um relato da crise hídrica mundial que vem se intensificando desde o séc. XX; identificar o que outros países vêm desenvolvendo para adiar a escassez de água em seus processos civis e industriais, e evidenciar qual o progresso do Brasil em relação ao reuso de água.

Almeja-se ainda, a elucidação daquilo que está relacionado à reutilização a água de chuva, como é feito o sistema de tratamento de esgoto e explicando o elemento proveniente; detectar a importância desse método e quanto isso influencia na economia de capital, e, por fim relatar o que se pretende fazer com o exemplo dos edifícios citados no tema do trabalho.

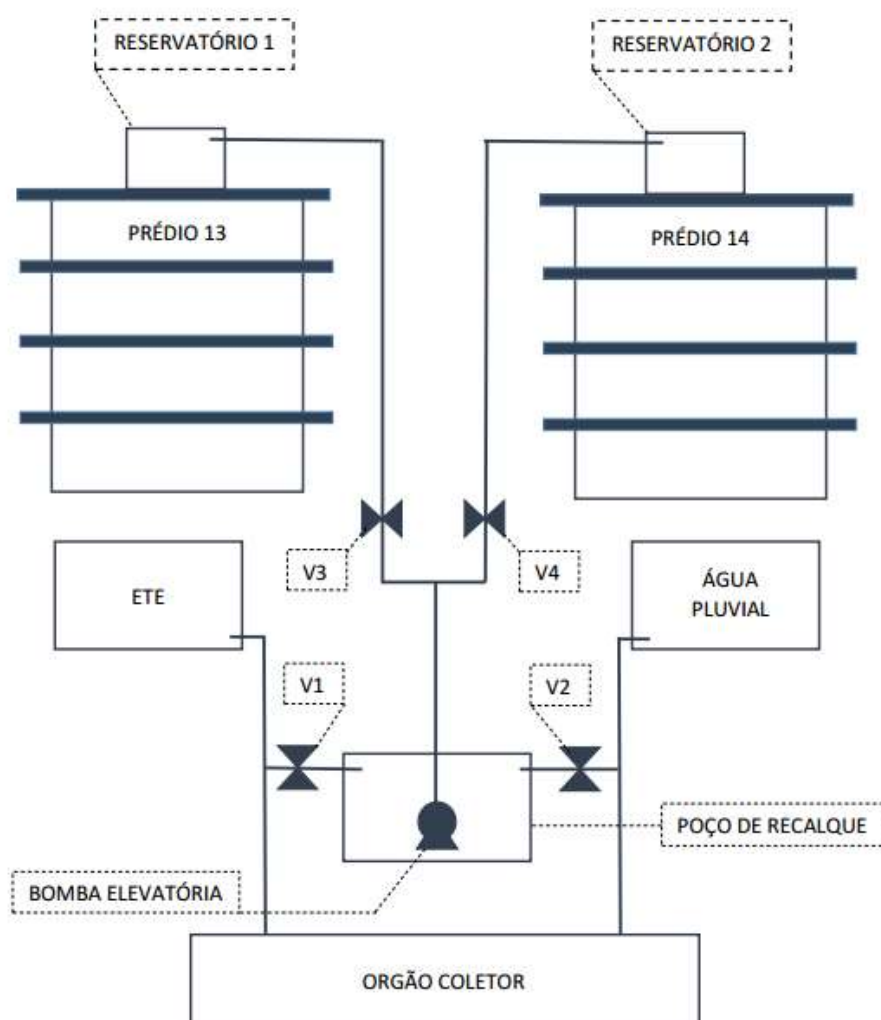
No segundo momento, para o projeto de dimensionamento, foi feito a consulta de tabelas e normas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) para a melhor aplicação de causa e garantia da eficácia adequada no campus Olezio Galotti.

Para esse fim, foi usado a planta de situação, fornecida pela instituição de ensino; os reservatórios foram calculados e dimensionados de acordo com recomendações técnicas utilizando catálogos de fabricantes, visando dimensões comerciais, para melhor contemplação dos aparelhos sanitários instalados nos prédios.

3.1 – ESTUDO DE CASO DOS EDIFÍCIOS PROFESSOR LUIZ GONZAGA BALBI E PROFESSOR LUIZ BARBOSA FILHO DO CAMPUS OLEZIO GALOTTI NO CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA – UNIFOA

Na organização deste trabalho, foi elaborado um fluxograma de processo da relação a relação dos prédios com os reservatórios e o poço de recalque.

Figura 1 – Fluxograma de processo dos prédios dos prédios com os reservatórios.



Onde:

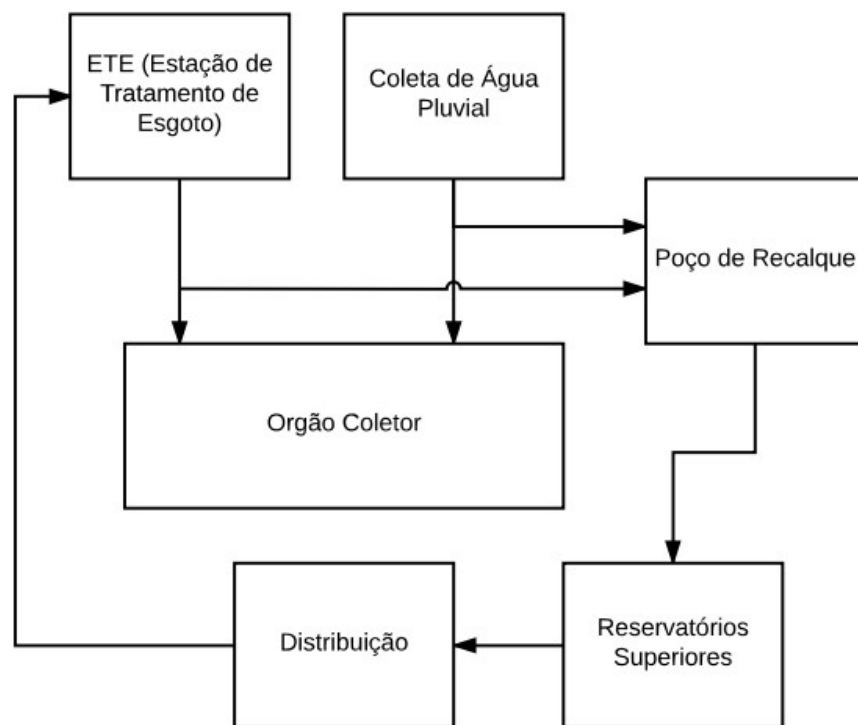
V1 – Válvula solenoide 1; V2 – Válvula solenoide 2;

V3 – Válvula solenoide 3; V4 – Válvula solenoide 4.

Segundo a figura 1 temos 2 tipos de reservatórios apresentados: poço de recalque e reservatórios superiores (caixas d'água). Foram dimensionados segundo volume requisitado para contemplar os aparelhos sanitários.

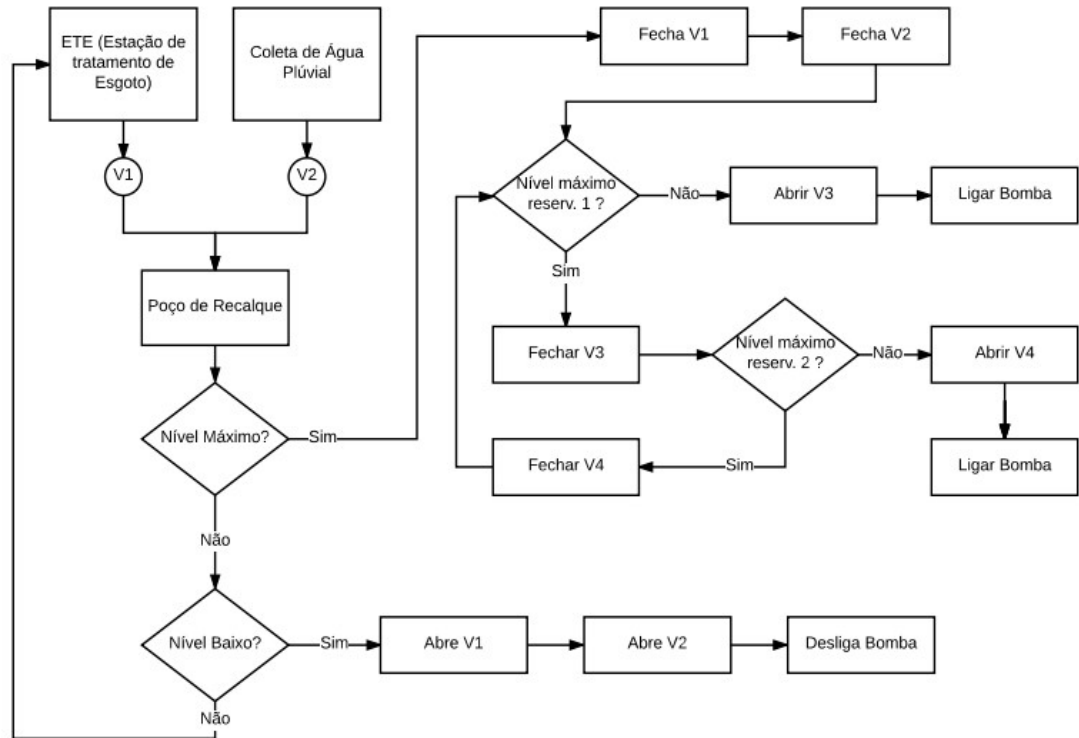
Para a demonstração do percurso da água, foi elaborado um fluxograma para exemplificar a visão geral sobre o processo.

Figura 2– Fluxo da água de reuso.



Através da ilustração apresentada, foi observado que para o funcionamento eficaz do sistema, foi preciso elaborar um segundo fluxograma exclusivo para o funcionamento de válvulas e sensores de nível para que se possa separar o volume de água de reuso que a demanda gerada pelas bacias sanitárias necessitam para seu funcionamento.

Figura 3 – Fluxograma do funcionamento das válvulas e dos sensores de nível nos reservatórios.

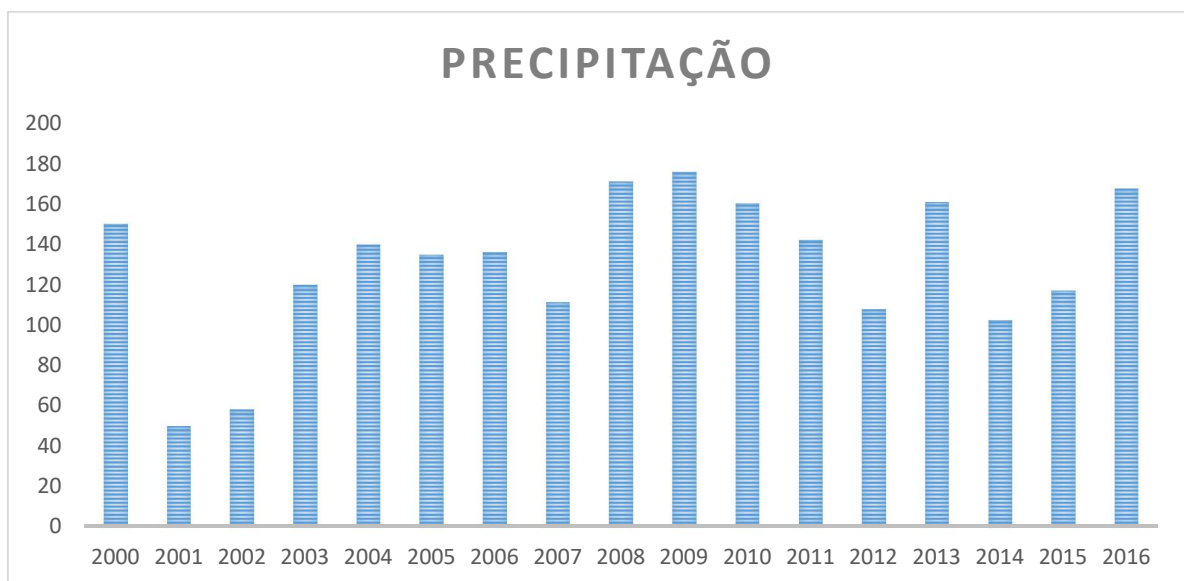


Com a funcionalidade definida, podemos partir para os dimensionamentos.

3.1.1 – Aproveitamento de Água Pluvial

Para complementação e auxílio do trabalho realizado, foram obtidas informações fornecidas pelo INMET (2017), a estação em questão se localiza na cidade de Resende. Os dados fazem referência a região sul do estado. O gráfico 6 indica a precipitação média na região entre os anos de 2000 e 2016.

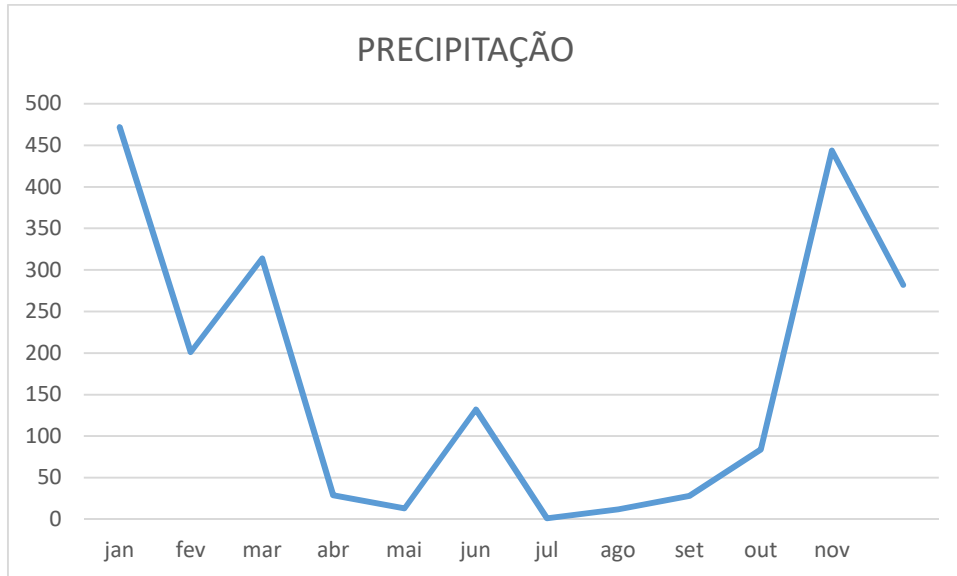
Gráfico 6 - Precipitação da Região Sul Fluminense



Fonte: INMET (2017)

O gráfico 7 mostra uma queda anual nos índices das precipitações, foi usado o ano de 2016 como exemplo de valores.

Gráfico 7: Queda Anual



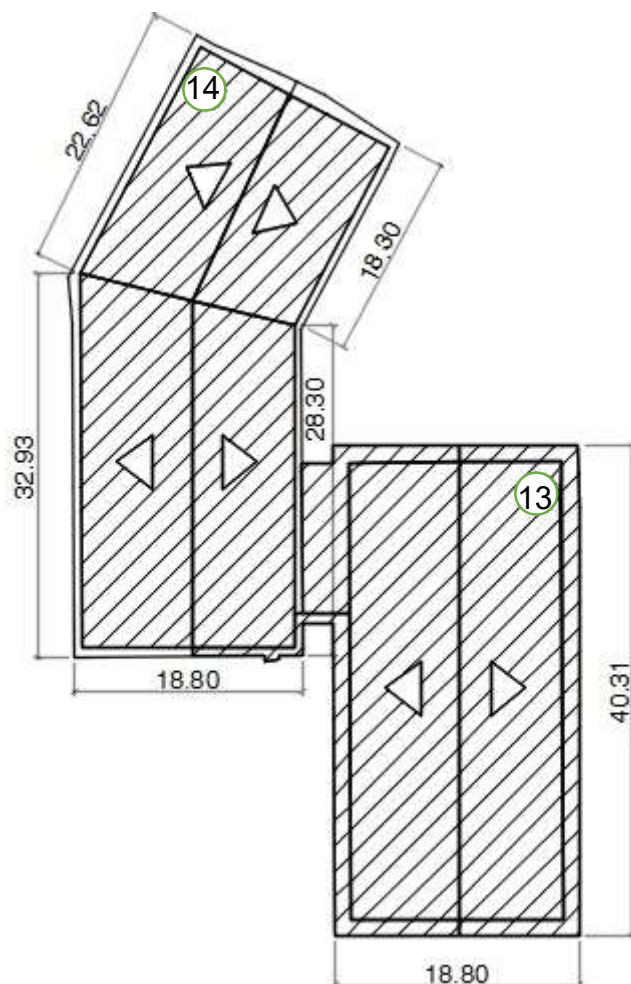
Fonte: INMET (2017)

O gráfico exemplifica bem uma queda considerável do mês de março a outubro, por tais aspectos pode ser feito uma média para termos uma “constante” anual.

3.1.1.1–Vazão captada pelas calhas.

Os primeiros passos para viabilizar um sistema de captação de água pluvial através de calhas (Canal moldado de folha-de-fandres, plástico, etc. Destinado a recolher a água da chuva que corre dos telhados). São: o levantamento dos dados do local e estudo e o índice pluviométrico da região conforme citado no item 3.1.1, a partir dos dados do INMET do ano 2000, até 2016.

Figura 4 – Disposição dos telhados.



A tabela 4 a seguir, expõe a característica do telhado já instalado no local.

Tabela 4 – Especificações e características dos telhados

| Prédio | Largura (m) | Comprimento (m) | Características do telhado |
|--------|-------------|-----------------|---|
| 13 | 18,80 | 40,31 | Telhado de duas águas, Telha TopsteelTrapeizodal, inclinação 15%. |
| 14 | 18,80 | 30,58 | |
| 14 | 18,80 | 20,47 | |

Fonte: Catálogo do Fabricante Brasilit ; Planta Georreferenciada UniFOA.

A partir desse método, foi possível realizar os cálculos do volume de captação da água de chuva, onde será dimensionado o sistema de reaproveitamento adequado levando-se em conta a previsão de consumo, área de captação, o período máximo de estiagem, e o maior índice pluviométrico, no qual após os cálculos ira ser definido o tamanho do poço de recalque ideal para atender os dois prédios. Em decorrência aos resultados obtidos será possível desempenhar uma comparação entre a quantidade de água coletada e a quantidade de água fria consumida nos Prédios em questão, onde saberemos se atenderá ou não a demanda para fins não potáveis.

Todos os Cálculos são baseados conforme as normas, NBR 10844 (Instalações Prediais de águas Pluviais) e NBR 15527 (Água de chuva – Aproveitamento em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos).

Iniciou-se pela equação da Área da captação:

$$Ac = \left(a + \frac{h}{2} \right) * b$$

Onde:

a = Lagura de uma das águas

b = Comprimento do telhado

h= Altura da cumieira

Após o cálculo da Área de captação, deu-se sequência com a equação da Vazão de Projeto.

$$Q = \frac{Ac \times I}{60}$$

Onde:

Q = Vazão de projeto, em l/min

Ac = Área de Captação ou Contribuição, em m²

I = Intensidade pluviométrica, em mm/h

3.1.2 – Iluminação.

A sustentabilidade como um todo não funciona tão somente da economia e o reaproveitamento de águas. Ela pode ser ramificada em diversos pontos. O consumo de energia elétrica é um dos fatores questionados no ramo do planejamento sustentável, e a iluminação está inserida nesse ponto.

“A iluminação é responsável por cerca de 17% de toda a energia consumida no Brasil (Mamede, 2010). Muito se discute atualmente sobre eficiência energética e como os equipamentos podem consumir menos energia. Nesse sentido, dois tipos de lâmpadas vêm sendo usadas como alternativa para reduzir os gastos com consumo de energia provenientes da iluminação: lâmpadas fluorescentes e LED.” (ESTUDO COMPARATIVO ENTRE LÂMPADAS FLUORESCENTES E LED APLICADO NO IFC – CAMPUS LUZENA, PADILHA MARINA, NOVEMBRO 2015)

Com o avanço da tecnologia, foi desenvolvido a lâmpada de LED, com a iniciativa foi desempenhado estudos comparativos entre as mesmas e os diversos modelos já estabelecidos no mercado.

Nos prédios que são objetos dessa pesquisa, está implantado um sistema de iluminação com lâmpadas fluorescentes.

O principal objetivo desta discussão é realizar uma análise comparativa entre estas duas tecnologias de iluminação: Lâmpadas fluorescentes tubulares e lâmpadas de LED, verificando o consumo que é gerado por cada um dos modelos, identificando se é viável ou não sua substituição.

Lâmpadas fluorescentes são constituídas por longos cilindros de vidro, cujo interior é revestido por camadas de fósforos de diversos tipos, produto esse, que possui a capacidade de emitir luz visível quando injetado luz ultravioleta. (Souza, 2015, Apud Padilha, Marina 2015).

LED é a sigla de Light Emitting Diode que em português significa diodo emissor de luz. São componentes eletrônicos que emitem luz através de eletroluminescência, transformando energia elétrica em radiação visível, ou seja, a luz. (Bergmann Francis, 2012).

A principal forma de verificar a economia entre as lâmpadas é verificar a eficiência energética de cada uma delas. Eficiência energética compreende a relação entre fluxo luminoso e potência (lúmens/watt).

Entende-se por fluxo luminoso a quantidade de luz emitida por segundo por uma fonte luminosa (CEMIG, 2003, Apud Bergmann Francis, 2012). Quanto mais lúmens produzidos para cada watt consumido mais eficiente é a lâmpada.

Segue abaixo Tabela 6, demonstrando as características de cada uma delas:

Tabela 5 – Características das lâmpadas Fluorescentes e LED.

| Características das lâmpadas comparadas | | |
|---|-------------|--------------|
| | LED | Fluorescente |
| Potência (w) | 16 | 40 |
| Lúmens (lm) | 1600 | 2500 |
| Lâmpada (R\$) | 31,9 | 8,9 |
| Reator (R\$) | Não utiliza | 20 |
| Luminária (R\$) | 100 | 100 |
| Vida útil | 40.000 | 13.000 |
| Modelo | T8 | T8 |
| Marca | TASCHIBRA | OSRAM |

Fonte: Padilha, Marina. 2015

Para iniciar o estudo da possível troca, será demonstrado o cálculo da quantidade de luz presente em todo o prédio, pois o índice de luminância das lâmpadas de LED são menores aos das lâmpadas fluorescentes, sendo necessário aumentar o número de lâmpadas LED para atingir o padrão adequado. Está sendo

considerado que as luminárias fluorescentes locadas atualmente em ambos os prédios estão de acordo com a NBR 5413 - Iluminância de Interiores, onde é determinada a quantidade de LUX (unidade de medida utilizada para determinar a quantidade de luz presente em um ambiente e superfície) mínima ideal.

Para iniciar este estudo foi realizado um levantamento quantitativo do número de lâmpadas fluorescentes nos Prédios 13 e 14, Luiz Gonzaga Balbi, e Luiz Barbosa Filho respectivamente, no Campus Universitário UniFOA.

Como indicado nas tabelas 6 e 7, foi levantado o quantitativo total de lâmpadas por prédio.

Tabela 6 - Quantitativos de lampadas do prédio 13.

| PRÉDIO 13 | | |
|--------------|------------------------|-------------------|
| DESCRIÇÃO | ÁREA (m ²) | QNTD. DE LÂMPADAS |
| 1° pav. | 972,18 | 260 |
| 2° pav. | 972,18 | 260 |
| 3° pav. | 972,18 | 260 |
| 4° pav. | 972,18 | 260 |
| TOTAL | 3888,72 | 1040 |

Fonte: Dados coletados em campo.

Tabela 7 - Quantitativo de lâmpadas do prédio 14.

| PRÉDIO 14 | | |
|--------------|------------------------|-------------------|
| DESCRIÇÃO | ÁREA (m ²) | QNTD. DE LÂMPADAS |
| 1° pav. | 757,83 | 215 |
| 2° pav. | 757,83 | 215 |
| 3° pav. | 757,83 | 215 |
| 4° pav. | 757,83 | 215 |
| TOTAL | 3031,32 | 860 |

Fonte: Dados coletados em campo.

3.1.3– Aproveitamento da água de reuso.

Iniciando a busca pelo reaproveitamento, primeiramente foi levantada a quantidade de água necessária para suprir a demanda gerada pelo número de bacias sanitárias, por dia.

Pelos dados coletados em campo, foi contabilizado 42 vasos sanitário por válvula de descarga. Sendo 14 vasos no prédio 13, e 28 no prédio 14. Os mictórios só estão instalados no prédio 14, totalizando 16 aparelhos.

Para calcular o volume necessário de água nos aparelhos, levamos em consideração a tabela 1 da NBR 7229:1993.

Tabela 8 - Contribuição diária de esgoto (C) e de lodo fresco (Lf) por tipo de prédio e ocupante.

| Prédio | Unidade | Contribuição de esgotos e lodo fresco (L) |
|--|-----------------|---|
| Ocupantes temporários Sanitários públicos | Bacia sanitária | 480 |

Fonte: NBR 7229:1993

Foi considerado para o cálculo, o conjunto: vaso sanitário e mictório, como uma bacia sanitária, priorizando sempre o número de vasos sanitários, por gerar maior demanda de água e contribuição de esgoto.

Para calcular a vazão foi usado a seguinte equação:

$$V = n * 480 \frac{l}{dia}$$

Onde:

V- vazão

n – número de bacias sanitárias

l – litros

Com o resultado da vazão, calculamos a demanda de água de reuso por dia e a estimativa do volume dos reservatórios a serem instalados.

4 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 – Dimensionamento da vazão em relação as áreas de captação.

4.1.1 – Água pluvial do Edifício Luiz Gonzaga Balbi (Prédio 13)

Altura da cumeeira (h) = 1,41 metros

Largura das águas (a) = 9,40 metros

Comprimento do telhado (b) = 40,31 metros

$$Ac = \left(9,40 + \frac{1,41}{2}\right) * 40,31$$

$$Ac = 407,33 \text{ m}^2$$

Área de captação (Ac) = 407,33 metros quadrados.

Intensidade pluviométrica = 260 milímetros por hora

$$Q = \frac{407,33 * 260}{60}$$

$$Q = 1799 \frac{l}{min}$$

Para fim de cálculo, a vazão encontrada de 1799 l/min foi convertida para metros cúbicos por segundo, então temos a vazão aproximadamente igual a 0,03 m³/seg.

4.1.2 – Água pluvial do Edifício Luiz Barbosa Filho (Prédio 14)

Calculo feita para a primeira metade do prédio.

Altura da cumeeira (h) = 1,41 metros

Largura das águas (a) = 9,40 metros

Média do comprimento do telhado (b) = 30,59 metros

$$Ac = \left(9,40 + \frac{1,41}{2}\right) * 30,59$$

$$Ac = 309,11 \text{ m}^2$$

Área de captação 1 (Ac) = 309,11 metros quadrados.

Cálculo feito para a segunda parte de telhado.

Altura da cumeeira (h) = 1,41 metros

Largura das águas (a) = 9,40 metros

Média do comprimento do telhado (b) = 20,47 metros

$$Ac = \left(9,40 + \frac{1,41}{2}\right) * 20,47$$

$$Ac = 206,85 \text{ m}^2$$

Área de captação (Ac) = 206,83 metros quadrados.

Intensidade pluviométrica = 260 milímetros por hora

$$Q = \frac{(309,11 + 206,85) * 260}{60}$$

$$Q = 2235,83 \frac{l}{min}$$

Para fim de cálculo, a vazão encontrada de 2235,83 litros por minuto, foi convertida para metros cúbicos por segundo, então temos a vazão aproximadamente igual a 0,037 m³/seg.

A vazão resultante da área de captura dos dois prédios é igual a 0,067 metros cúbicos por segundo, ou 0,067 m³/seg.

Por dia o volume de água captada é de 20,1 m³/dia, considerando um tempo de captação em precipitação de pico equivalente a 5 minutos (GOMES et al., 2014).

4.2 –Iluminação

De acordo com a Tabela 5, são fornecidos 2500 lúmens por cada lâmpada fluorescente, então:

Prédio 13 = 1040 (lâmpadas) x 2500 (lúmens) = 2.600.000 lúmens

Prédio 14 = 860 (lâmpadas) x 2500 (lúmens) = 2.150.000 lúmens

Ou seja: a cada andar obtemos:

Prédio 13 = 260 (lâmpadas) x 2500 (lúmens) = 650.000 lúmens

Prédio 14 = 215 (lâmpadas) x 2500 (lúmens) = 537.500 lúmens

Juntando o resultante dos dois prédios, temos 4.750.000 luméns fornecidos por 1900 lâmpadas fluorescentes tubulares de 40w.

Levando em conta que cada lâmpada de LED fornece 1600 lúmens, teremos que aumentar a quantidade para atender a demanda, pois :

Prédio 13 = 1040 (lâmpadas) x 1600 (lúmens) = 1.664.000 lúmens

Prédio 14 = 860 (lâmpadas) x 1600 (lúmens) = 1.376.000 lúmens.

Totalizando nos dois prédios,3.040.000 luméns fornecidos por 1900 lâmpadas de LED tubulares de 16w. Considerando a substituição da quantidade de Lâmpadas fluorescentes porLâmpada LED, ocasiona uma diferença de 1.710.000 lúmens entre os dois modelos.

Foi necessário aumentar a quantidade de lâmpadas LED, para igualar a capacidade de luminância.

$$\frac{1.710.000}{1.600} = 1.068,75 = 1070 \text{ lâmpadas}$$

Somando o resultado da expressão com as 1900 lâmpadas iniciais, foi totalizado 2.970 Lâmpadas LED.

A substituição das Lâmpadas Fluorescentes pelas lâmpadas de LED ocasionam um custo total de R\$ 466.198,61, sendo: R\$ 94.743,00, para 2970 lâmpadas;

R\$ 148.500,00 para 1485 luminárias;

R\$ 75.792,11 para infraestrutura considerando material e mão de obra para 1070 pontos de luminária a ser acrescentados;

R\$ R\$ 147.163,5 de mão de obra para a instalação de 2970 conjuntos de luminárias

Ou seja, a substituição das lâmpadas Fluorescentes pelas lâmpadas de LED, ocasionará um custo elevado.

Porém a energia consumida pelas lâmpadas de LED é menor que as fluorescentes. Para memória de cálculo, as lâmpadas nos dois prédios ficarão ligadas 10 horas por dia , 6 dias por semana.

Foi multiplicado o número de Lâmpadas pelo consumo unitário de cada uma, vezes o tempo de funcionamento por dia, dividindo esse resultado por 1000 para acharmos o resultado em Kw.h (kilo watts x hora), que é a unidade padrão para medição monetária do consumo. Então:

Lampadas Fluorescentes:

$$\text{Consumo} = \frac{1900 \text{ lâmpadas} \times 40\text{w} \times 10\text{horas}}{1000}$$

$$\text{Consumo} = 760 \text{ kw. dia}$$

Lâmpada LED:

$$\text{Consumo} = \frac{2970 \text{ lâmpadas} \times 16\text{w} \times 10\text{horas}}{1000}$$

$$\text{Consumo} = 475,2 \text{ kw. dia}$$

Calculando o consumo por mês, multiplicamos o valor por 30 dias, mesmo sabendo que só serão utilizadas 6 dias por semana.

O consumo mensal foi de:

Lâmpada Fluorescente = 22.800 kw.m

Lâmpada LED = 14.260 kw.m

O custo da energia para uma instituição do nível do UniFOA, é de R\$ 0,22 por kw.h, então segue abaixo tabela com os valores de consumo e custos das lâmpadas.

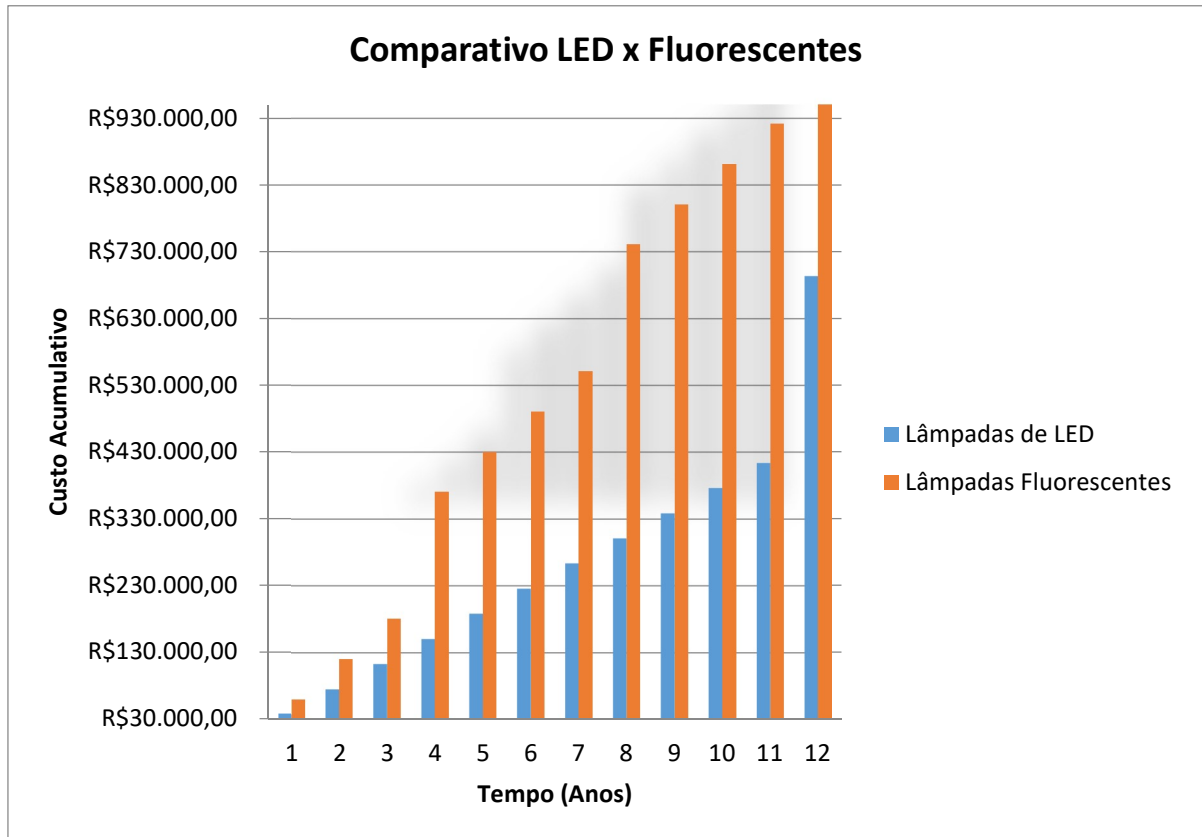
Tabela 9 - Consumo e custos das lâmpadas

| Descrição | Custos de Lâmpadas | |
|--|--------------------|------------------------|
| | Lâmpadas LED | Lâmpadas Fluorescentes |
| Preço instalação | R\$ 466.198,61 | - |
| Troca de lâmpadas (devido a sua vida útil) | R\$ 241.906,50 | R\$ 129.770,00 |
| Custo por kw.h (R\$) | R\$ 0,22 | R\$ 0,22 |
| Custo por dia (R\$) | R\$ 104,54 | R\$ 167,20 |
| Custo por mês (R\$) | R\$ 3.136,32 | R\$ 5.016,00 |

Com os dados descritos na tabela 9 foi possível elaborar um gráfico com o custo acumulativo anual de cada tipo de lâmpada, analisando seu consumo anual e o custo de manutenção devido ao término da vida útil de cada uma conforme especificações técnicas (tabela 5), desta forma será discutido se é viável ou não a substituição das lâmpadas Fluorescentes as de LED. Para complementação da estimativa de custos, levamos em consideração o Anexo 3.

Segue abaixo gráfico 8 com comparativo de custos acumulativos:

Gráfico 8 – Comparativo de Custos Acumulativos entre lâmpadas



Conforme pode-se analisar no gráfico 8 no decorrer do tempo, o custo inicial gasto em instalação de lâmpadas de LED será recompensado devido a sua economia de energia e baixo custo de manutenção em consequência a sua maior vida útil. A economia de energia anual chega a aproximadamente 37,4% por ano.

Uma das desvantagens das lâmpadas fluorescentes é precisar de reatores, que causam uma manutenção maior, levando em consideração que os mesmos exibem falhas com certa frequência.

Em decorrência as análises realizadas acima, pode-se observar que em torno de 10 anos seria recompensado o valor investido inicialmente na instalação das lâmpadas de LED, onde pode-se afirmar que mesmo as lâmpadas obtendo um custo elevado no investimento da substituição, a longo prazo apresenta vantagens financeiramente devido a seu baixo consumo de energia e vida útil 3 vezes maior as fluorescentes.

Outra vantagem com grande relevância é referente ao impacto ambiental, as lâmpadas fluorescentes devido a sua menor vida útil, necessitam de substituição frequentemente, onde ocasionam um descarte gerando um número maior de resíduos sólidos. Visto que as lâmpadas fluorescentes possuem metais pesados em sua composição. Enquanto as lâmpadas de LED são uma fonte de iluminação livre de elementos tóxicos.

Sendo assim, este estudo permitiu perceber que é viável a substituição pelas lâmpadas de Led não só financeiramente, mas também visando o lado da sustentabilidade e comprometimento com o meio ambiente a longo prazo.

4.3 – Sistema de distribuição da água de reuso.

Para o prédio 13, temos um total de 14 bacias sanitárias.

$n = 14$ bacias sanitárias.

$$V = 14 * 480 \frac{l}{dia}$$

$$V = 6720 \frac{l}{dia}$$

Para o prédio 14, temos 28 bacias sanitárias.

$n = 28$ bacias sanitárias.

$$V = 28 * 480 \frac{l}{dia}$$

$$V = 13.440 \frac{l}{dia}$$

Somando os volumes, temos a demanda de 20160 litros por dia para ser dividida em 3 reservatórios: dois deles sendo colocados superiormente nos prédios e um para servir de poço de recalque.

O prédio 13 é o que demanda menos água de reuso, sua carência é de 6.720 litros por dia.

No mercado existem tamanhos mais comerciais de reservatórios que se tornam mais em conta economicamente do que os fabricados sobre encomendas.

Para atender essa primeira demanda, foi adotado para tal prédio, um reservatório superior de 3.000 litros, deixando 3.720 litros armazenados no poço de recalque.

O prédio 14 tem uma necessidade bem maior comparado ao 13. Sua carência é de 13.440 litros por dia, para atender suas bacias sanitárias. Para ser atendido, foi adotado um reservatório superior de 5.000 litros, deixando 8.440 litros de água para ser estocada no poço de recalque.

O poço de recalque será o resultado da soma das diferenças entre o volume necessário e os reservatórios superiores adotados. Ou seja, o volume a ser retido será de 12.160 litros de água de reuso. Segundo o fornecido pelo site da fabricante Fibra-tec, não existe um volume comercial que atenda exatamente essa demanda. Então foi adotado um reservatório de 15.000 litros para servir de poço de recalque.

O volume estocado passará a ser a soma da capacidade de todos reservatórios no projeto, totalizando 23.000 litros de água de reuso estocada e pronta para utilização, 2.840 litros a mais que a demanda necessita.

4.3.1 – Dimensionamento da bomba elevatória.

Para o dimensionamento da bomba submersa deve-se conhecer os seguintes itens:

Q: Vazão desejada,

Hr: Desnível de recalque,

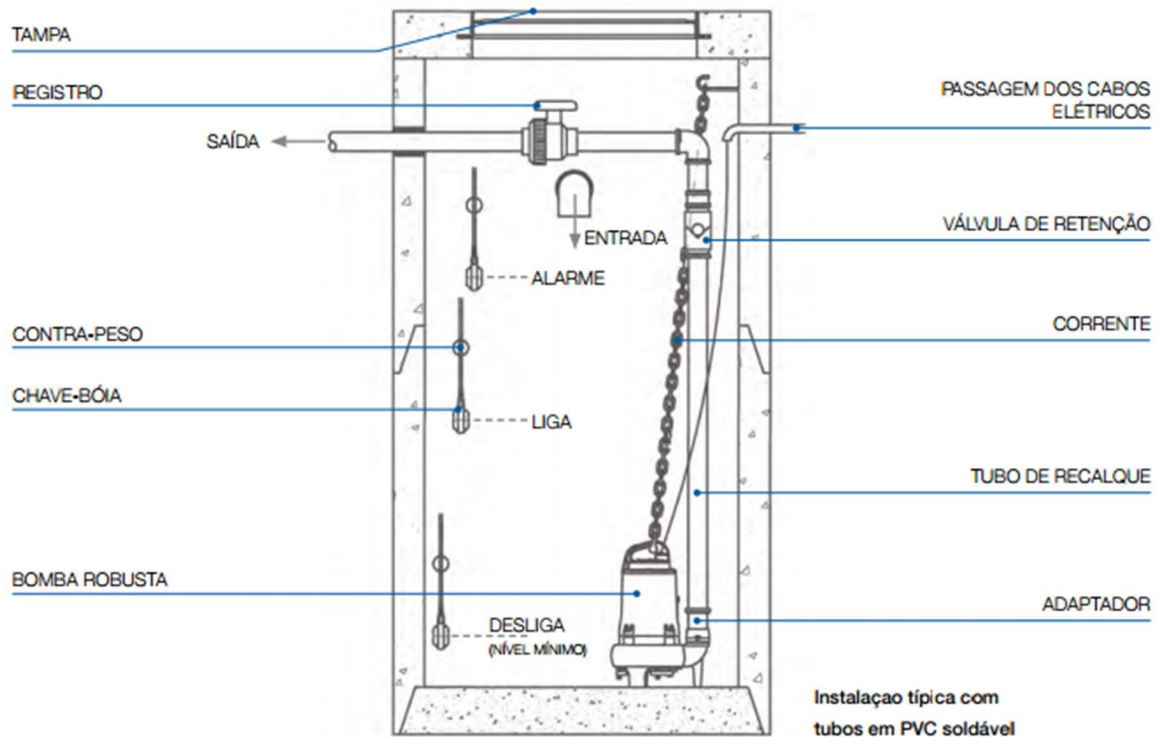
Dp: diâmetro do reservatório,

A: Comprimento da tubulação de recalque, e

PC: Profundidade de colocação da bomba.

O modelo esquemático a seguir mostra uma bomba submersa e os parâmetros a serem considerados para o cálculo da altura manométrica total.

Figura 4 – Exemplo de instalação de pequena elevatória



Fonte: SULZER (2017)

- Cálculo da Altura Manométrica Total (AMT)

AMT = Perdas por atrito na tubulação de recalque + soma das perdas de pressão em cada conexão no recalque + altura (desnível) de recalque (Hr).

As perdas por atrito em tubulações e conexões são obtidas em tabelas específicas (em anexo), para cada diâmetro em particular.

Para o dimensionamento serão considerados os dados pertinentes abaixo:

Vazão desejada: 2,02 m³/h

Diâmetro do reservatório: 2,08m

Diâmetro da tubulação: 2"

Profundidade de colocação da bomba: 2,8 m

Altura de recalque (Hr): H dos prédios 13 e 14 + profundidade de instalação da bomba = 13m + 2,8m = 15,8m

A tabela 9, mostra o cálculo da altura manométrica geral, que para serem feitos, foi utilizado as tabelas 1, 2, 3, 4 e 5 do fabricante Sulzer que estão no Anexo I.

Tabela 10 – Cálculo da altura manométrica geral.

| | |
|---|--|
| AMT = perdas por atrito na tubulação de recalque + soma das perdas de pressão em cada conexão no recalque + altura de recalque (Hr) | |
| - comprimento da tubulação de recalque + elementos = 33 + 14,8 = 47,8 m | |
| - perda por atrito em 47,8 m de tubulação de 2" = 0,60% x 47,8 m = 0,29 m | |
| | - perda de pressão em registro de gaveta 2" = desprezível |
| - perdas de pressão em cada conexão no recalque | - perda de pressão em sete curvas de 90° de 2" = desprezível |
| | - perda de pressão em válvula de retenção 2" = desprezível |
| - altura de recalque (Hr) = 15,8 m | |
| AMT = (0,29 m) + (15,8) = 16,09 m | |

De acordo com a altura manométrica encontrada, a seleção da bomba será feita pela tabela 10.

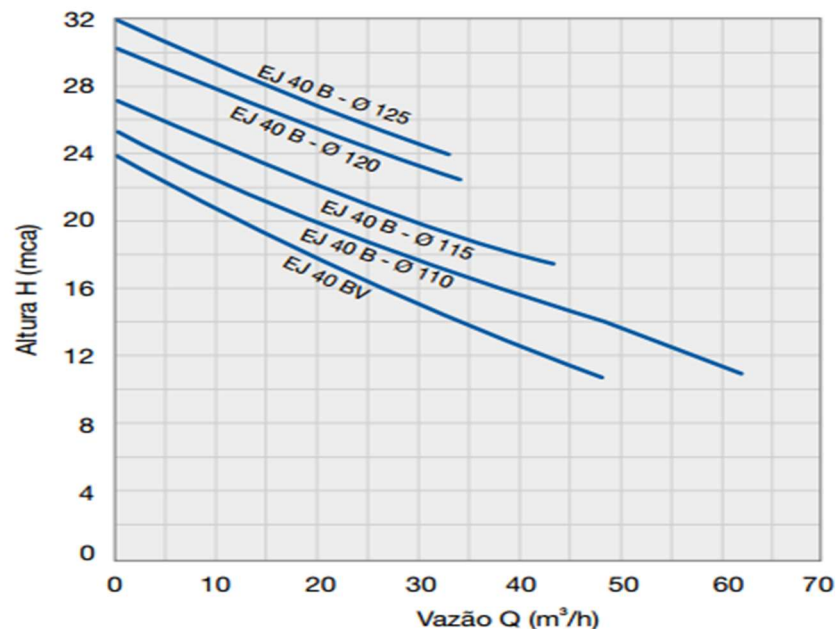
Tabela 11 – Tabela de recalque.

| Modelo | 40B/BX | | | | 40BV/BVX | 50B/BX | 75B/BX |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| diam. Propulsor | 110 | 115 | 120 | 125 | 120 | 190 | 205 |
| mca | m ³ /h | m ³ /h | m ³ /h | m ³ /h | m ³ /h | m ³ /h | m ³ /h |
| 2 | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | |
| 8 | | | | | | 109 | |
| 10 | | | | | | 91,6 | 100 |
| 12 | 56 | | | | 45,3 | 74,6 | 88 |
| 14 | 47 | | | | 36,6 | 54,7 | 70 |
| 16 | 38 | | | | 28,3 | 33,7 | 51 |
| 18 | 28 | 42 | | | 20,3 | 10 | 32 |
| 20 | 19 | 31 | | | 12,9 | | 12,5 |
| 22 | 11 | 21 | 32 | | 5,8 | | |
| 24 | 2,5 | 13 | 22 | 33 | | | |
| 26 | | 5 | 13 | 23,5 | | | |

Fonte: SULZER (2017)

O gráfico 9 mostra a seleção da bomba a ser utilizada a partir da curva do fabricante Sulzer, considerando: Altura manométrica x vazão.

Gráfico 9 – Curva de dimensionamento da bomba elevatória.



Fonte: SULZER (2017)

A partir desses dados verificou-se que a bomba submersível modelo ABS Scavenger EJ 40 B - ø 110, Série E, atende à demanda de vazão e altura manométrica.

O modelo fabricado pela empresa Sulzer, tem as seguintes características e conceitos:

- Ideal para recalque de esgoto em edifícios residenciais e instalações comerciais, como indústrias, hotéis, hospitais, entre outros.
- Executa a drenagem de compartimentos subterrâneos, com presença de águas sujas, viscosas, fecais e brutas.
- Possui ampla utilização no setor agroindustrial no recalque de chorume e esterco líquido para adubagem de lavouras.

A tabela 11 a seguir apresenta suas especificações técnicas da bomba adotada para o projeto.

Tabela 12 – Especificações técnicas elaboradas.

| Modelo | Motor 60 Hz | | | Cabo elétrico | | |
|------------------------------------|--|-----------------|--------------------------------------|-----------------------|---|----------------|
| | Potência Nominal cv/kW | Rotação Nominal | Tensão de Operação V | Corrente Máxima (I) A | Condutores x Bitola Qtde. x mm ² | Comp. Padrão m |
| EJ 40 B 2/3/4 V STD D125" | 4,0/3,0 | 3450 | 220/380/440 | 15/8,7/7,5 | 4 x 2,5 | 7 |
| Tipo Propulsor | Recalque \varnothing Nominal pol/rosca | | Passagem de Sólidos \varnothing mm | | | |
| Vortex | Flange 3" ANSI 125/DN 75 NBR 7675 | | 45 | | | |

Fonte: SULZER (2017)

4.3.2 – Custos dos reservatórios e da bomba.

Para gerar uma estimativa de custo, foi levantado um orçamento com fabricante Fibratec para os reservatórios e para o encanamento e acessórios da fabricante Tigre, os valores são compostos a seguir pela tabela 12.

Tabela 13 - Composição de custos para instalação do sistema de distribuição da água de reuso e água pluvial.

| Planilha de Custos de Material de Sistema de Distribuição de Água de Reuso e água pluvial | | | | |
|---|--------|-------|----------------|---------------|
| Descrição | Quant. | Unid. | Valor unitário | Total |
| Te 90° soldável 50 mm | 1 | unid. | R\$ 11,90 | R\$ 11,90 |
| Curva 90° soldável 50 mm | 5 | unid. | R\$ 14,90 | R\$ 74,50 |
| Registro 50 mm | 1 | unid. | R\$ 155,90 | R\$ 155,90 |
| Válvula de Retenção 50 mm | 1 | unid. | R\$ 52,00 | R\$ 52,00 |
| Tubo 50 mm | 33 | m | R\$ 13,30 | R\$ 438,90 |
| Braçadeira para fixação | 40 | unid. | R\$ 3,75 | R\$ 150,00 |
| Tubo Queda 100 mm | 130 | m | R\$ 17,66 | R\$ 2.295,00 |
| Reservatório 3000L | 1 | unid. | R\$ 1.138,00 | R\$ 1.138,00 |
| Reservatório 3000L | 2 | unid. | R\$ 1.569,00 | R\$ 3.138,00 |
| Reservatório 15000L | 1 | unid. | R\$ 4.414,00 | R\$ 4.414,00 |
| Frete dos reservatórios | 1 | unid. | R\$ 2.500,00 | R\$ 2.500,00 |
| Bomba Submersa Scavenger EJ 40B | 1 | unid. | R\$ 8.727,00 | R\$ 8.727,00 |
| Válvulas Solenoides | 4 | unid. | R\$ 50,00 | R\$ 200,00 |
| Total: | | | | R\$ 23.294,30 |

Fonte: Fabricantes Fibratec / Composição do Item de Serviço Catálogo SCO

Tabela 14 – Composição de custo da Mão de Obra para implante do projeto.

| Mão de obra | Quant. | Diária | Preço Unit. | Total |
|---------------------|--------|--------|--------------------|--------------|
| Bombeiro Hidráulico | 2 | 15 | R\$ 114,12 | R\$ 3.423,60 |
| Servente | 2 | 15 | R\$ 63,31 | R\$ 1.899,30 |
| | | | Total geral | R\$ 5.322,90 |

Fonte: Site Nacional de Empregos.

Portanto a estimativa total de preço para encanamento e mão de obra foi de R\$ 28.617,20 para instalação deste projeto.

5 – CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos com o dimensionamento dos sistemas em foco, conclui-se ser viável tecnicamente e economicamente prosseguir com a implantação dos conceitos de sustentabilidade nos Prédios do Campus Olezio Galotti do Centro Universitário de Volta Redonda – UniFOA.

Porém, como já citado anteriormente, há uma crise ambiental global, e as Instituições de Ensino Superior (IES), tem um papel importante para construção de um futuro melhor. As universidades não são mais observadas como somente uma fonte de conhecimento ou formadoras de profissionais, sendo vistas também como exemplos a prover soluções sustentáveis voltadas para a conscientização da preservação do meio ambiente, contribuindo para mudanças positivas de maneira coletiva aos discentes.

A missão das IES é o ensino e a formação dos tomadores de decisão do futuro - ou dos cidadãos mais capacitados para a tomada de decisão. Essas instituições possuem experiência na investigação interdisciplinar e, por serem promotoras do conhecimento, acabam assumindo um papel essencial na construção de um projeto de sustentabilidade. (TAUCHEN; BRANDLI, 2006, apud GOMES Gabriela, 2010, pag. 47)

Um dos caminhos citados é a conscientização de todas as pessoas envolvidas com a instituição. Através de placas e lembretes ajudando na antevisão, como por exemplo: a economia de energia, o desperdício da água potável e o descarte correto dos resíduos. Dentre estas e diversas questões, podemos estimular atitude de mudança em todas as pessoas, visando a menor degradação do meio ambiente, levando a percepção que a preservação ambiental é responsabilidade de todos nós.

A Universidade será beneficiada com uma redução de resíduos sólidos, economia de energia, melhoria na qualidade do ambiente, entre outros. Seguindo o rumo de uma IES com um funcionamento equilibrado ecologicamente e balanceando a relação “homem x meio ambiente” de uma forma realista.

Agora, o caminho destaque deste trabalho, é o exemplo do desenvolvimento do sistema sustentável de reaproveitamento, onde é evitado o desperdício e o consumo excessivo do recurso natural água.

O Sistema de reaproveitamento de águas cinzas e pluviais, com a quantidade de esgoto utilizado e volume de chuva estimado em dados reais, atenderá a demanda necessária nos prédios 13 e 14, ocasionando uma economia financeira a longo prazo, conseqüentemente uma economia de água potável, reduzindo o impacto ambiental local positivo.

Foi abordado também em questão da substituição das lâmpadas fluorescentes pelas lâmpadas de LED, visto que por sua vida útil ser maior e conseqüentemente ser descartada com menos frequência, torna-se menos agressiva ao meio ambiente, ainda contribuindo a longo prazo com a redução do custo de energia.

A questão da sustentabilidade deve ser aplicado em diversas áreas, foi possível observar que existem ainda outras oportunidades de aplicação dos conceitos de sustentabilidade como: o aproveitamento de água de dreno de aparelhos de ar condicionado; utilização de sistemas de fechamento de portas de salas por amortecedores evitando o escape do ar climatizado; utilização de marketing para conscientização dos frequentadores, quanto a lixos jogados no chão; luminárias acesas sem utilização; uso de aparelhos economizadores de água como torneiras com sensor automático, descargas automáticas, entre outros.

Tais elementos não foram contemplados no presente trabalho, porém a expectativa é que em futuros trabalhos o sejam, onde da mesma forma será analisado todos os seus prós e contras. Tudo isso, visando inserir a comunidade acadêmica presente e futura do UniFOA, cada vez mais nas bases da sustentabilidade econômica, ambiental e social, de modo inclusive a possibilitar futuros projetos de extensão que auxiliem a comunidade externa, em especial, a adjacente aos campi do UniFOA.

6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS- “**Relatório das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Mundial dos Recursos Hídricos 2016**”. Disponível em:<http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/eventosprojetos/RelatorioNacoesUnidasSobreDesenvolvimentoMundialRecursosHidricos_2016.pdf>. Acesso em 17 de ago. 2016.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **RMS perde mais de 1 bilhão de litros de água por ano em vazamentos**. Disponível em:<<http://www2.ana.gov.br/Paginas/imprensa/noticia.aspx?List=ccb75a86-bd5a-4853-8c76cc46b7dc89a1&ID=11318>>. Acesso em 20 de out. 2016
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. **Perdas em sistemas de abastecimento de: Diagnóstico, potencial de ganhos com sua redução e propostas de medidas para o efetivo embate**. Disponível em: <<http://www.abes-sp.org.br/arquivos/perdas.pdf>>. Acesso em 17 de ago. 2016.
- ATLAS/ANA. **Abastecimento Urbano de Água**. Disponível em: <<http://atlas.ana.gov.br/Atlas/downloads/atlas/Resumo%20Executivo/Atlas%20Brasil%20-%20Volume%201%20-%20Panorama%20Nacional.pdf>>. Acesso em 20 de nov. 2016
- BERGMANN, Francis - **LEDs Versus Lâmpadas Convencionais Viabilizando a troca** - Especialize Revista on line IPOG - Pós Graduação em iluminação e Desing de Interiores - Maio 2012.

- BRASILIT - **Telha Topsteel Trapeizodal** - Disponível em: <<http://www.brasilit.com.br/produtos/telha-topsteel-trapezoidal>>. Acesso em 15 fev. 2017
- BRANDILI, L.L; TAUCHEN, J. **Gestão ambiental em instituições de ensino superior: modelo para implantação em campus universitário**. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2006000300012>. Acesso em 05 de set. 2016
- COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Reuso de água**. Disponível em: <<http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaold=569>>. Acesso em 08 de nov. 2016
- CORSINI, R. **Soluções para reuso de águas cinzas**. Disponível em: <<http://infraestruturaurbana.pini.com.br/solucoes-tecnicas/21/artigo273285-1.aspx>>. Acesso em 23 de nov. 2016.
- CUNHA, Ananda Helena. **O reúso da água no brasil: a importância da reutilização de água no país**. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2011b/ciencias%20ambientais/o%20reuso.pdf>> Acesso em 16 de fev. 2017.
- DZ-215.R-4. **Diretriz de controle de carga orgânica biodegradável em efluentes líquidos de origem sanitária**. Disponível em: <http://www.tesalab.com.br/site/downloads/INEA_DZ-215.pdf>. Acesso em 20 nov. 2016.

- GOMES, UENDE APARECIDA FIGUEIREDO, ET AL. **"A captação de água de chuva no Brasil: novos aportes a partir de um olhar internacional."** Revista Brasileira de Recursos Hídricos 19.1 (2014): 7-16.
- HAFNER, V.A. **CONSERVAÇÃO E REÚSO DE ÁGUA EM EDIFICAÇÕES- EXPERIÊNCIAS NACIONAIS E INTERNACIONAIS** – Dissertação apresentada para programa de pós graduação de Engenharia da UFRJ – 2007.
- **IBGE-Censo demográfico 2010.** Disponível em:<<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/>>. Acesso em: 07 de set. 2016.
- **IBGE-Projeção da população do Brasil e das Unidades da Federação.** Disponível em:<<http://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/>>. Acesso em 07 de set. 2016.
- **INMET 2017 - Índice de Precipitação** - Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=tempo/graficos>>. Acesso em 17 de fev. 2017.
- LOIOLA, R.; ELIAS, V. **O novo pensamento econômico sobre a água.** Disponível em:<<http://veja.abril.com.br/ciencia/o-novo-pensamento-economico-sobre-a-agua/>>. Acesso em 05 set. 2016.
- LOPES, V. **CEDAE oferece água de reuso para limpeza urbana.** Disponível em:<<http://www.rj.gov.br/web/imprensa/exibeconteudo?article-id=2359081>>. Acesso em 23 de nov. 2016.
- **NBR 7229:1993. Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos.** Disponível em: <https://acguasana.com.br/legislacao/nbr_7229.pdf>. Acesso em 1 de mar. 2017.

- **NBR 10844 - Instalações Prediais de Águas Pluviais.** Disponível em: <<https://ecivilufes.files.wordpress.com/2013/06/nbr-10844-1989-instalac3a7c3b5es-prediais-de-c3a1guas-pluviais.pdf>>. Acesso em 14 fev. 2017.
- **NBR 15527 - Água de chuva - Aproveitamento em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisitos.** Disponível em: <https://www.passeidireto.com/arquivo/1182853/abnt_nbr_15527__2007---agua-da-chuva---aproveitamento-de-coberturas-em-areas-urb>. Acesso em 14 fev. 2017.
- **ONU BR - Reutilização de sistemas de esgoto contribui para desenvolvimento sustentável,** diz relatório da ONU - Publicado em 28/10/2015.
- **PADILHA, Marina; JUNG, Felipe; RODRIGUES, Ernande - Estudo Comparativo Entre Lâmpadas Fluorescentes e LED Aplicado o IFC - Campus Luzerna - 2015**
- **QUICK, B. REUSO DA ÁGUA PLUVIAL EM EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS -** Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia da UFMG – 2008.
- **RÊBELO, M. M. P. S. CARACTERIZAÇÃO DE ÁGUAS CINZAS E NEGRAS DE ORIGEM RESIDENCIAL E ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DE REATOR ANAERÓBIO COM CHICAN.** Disponível em:<<http://www.ctec.ufal.br/posgraduacao/ppgrhs/sites/default/files/dissertacaomarcellemariapaissilvarebelo.pdf>>. Acesso em 22 de nov. 2016.
- **RESOLUÇÃO Nº. 54, DE 28 DE NOVEMBRO DE 2005-AESA.** Disponível em:<http://www.aesa.pb.gov.br/legislacao/resolucoes/cnrh/54_2005_criterios_gerais_uso_agua.pdf>. Acesso em 21 de nov. 2016.

- RODRIGUES, R.S. **As Dimensões Legais e Institucionais de Reúso de Água no Brasil: Proposta de Regulamentação do Reúso no Brasil, 2005.** Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.
- SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. **Diagnóstico dos Serviços de água e Esgotos - 2014.** Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2014-acesso>>. Acesso em 03 de out. 2016
- SABESP. **O que é água de reuso?** Disponível em:<<http://site.sabesp.com.br/site/fale-conosco/faq.aspx?secaold=134&cid=2>>. Acesso em 21 de nov. 2016
- SABESP. **Tecnologia em Água de Reuso e potencial de aplicação em processos industriais.** Disponível em:<http://site.sabesp.com.br/uploads/file/ap_ass_meio_amb.pdf>. Acesso em 21 de nov. 2016
- SINE. **Sine Nacional de Empregos.** Disponível em:<<https://www.sine.com.br>>. Acessado em 04 de Maio. 2016
- TAUCHEN, Joel - **A Gestão Ambiental em Instituições de Ensino Superior: Modelo Para Implantação em Campus Universitário** - Programa de Pós Graduação em Engenharia - PPGENG, Universidade de Passo Fundo - UPF.
- UNESCO. **Água para um Mundo Sustentável WWDR 2015.** Disponível em: <http://www.unesco.org/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Brasilia/pdf/brz_sc_WWDR2015_main_messages_pt_2015.pdf>. Acesso em 27 out. 2016.

7 – ANEXOS

















7.1- Anexo I

Tabelas referentes ao catálogo do fabricante SULZER.

Tabela 1- Perdas de pressão por atrito em tubulação (em metros).

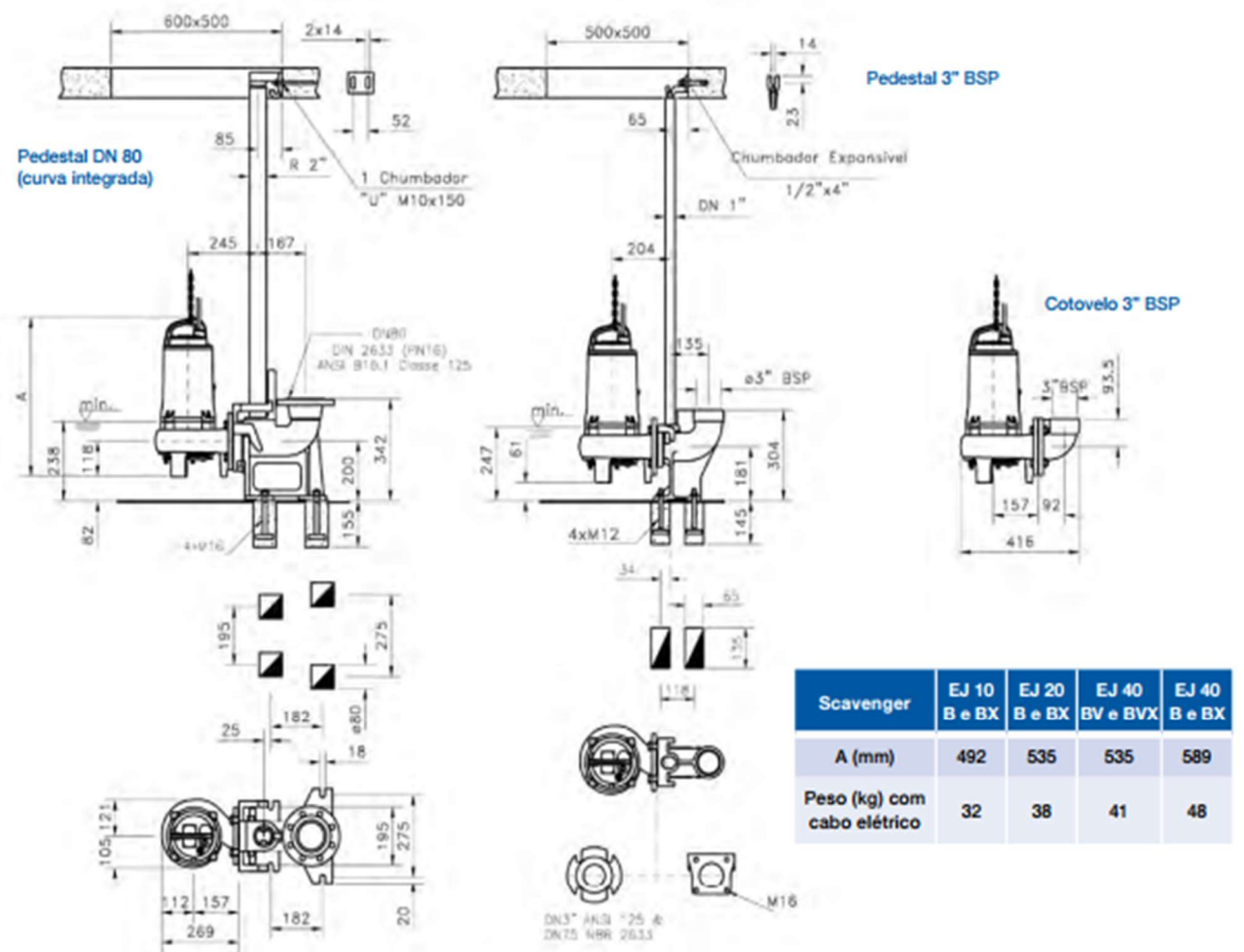
| DIÂMETRO NOMINAL | | | | | | | | | | | | | VA- ZÃO (m ³ /h) |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----------------------------------|
| em milímetros | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | 25 | 32 | 40 | 50 | 65 | 80 | 100 | 125 | 150 | 200 | 250 | 300 | |
| em polegadas | | | | | | | | | | | | | |
| ¾ | 1 | 1¼ | 1½ | 2 | 2½ | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 | 10 | 12 | |
| 7.5 | 2.7 | 0.75 | 0.22 | 0.08 | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 |
| 16.0 | 6.0 | 1.8 | 0.5 | 0.17 | . | . | . | . | . | . | . | . | 1.5 |
| 27.0 | 10.0 | 2.7 | 0.8 | 0.28 | 0.07 | . | . | . | . | . | . | . | 2 |
| 58.0 | 21.5 | 6.0 | 1.8 | 0.6 | 0.16 | 0.05 | . | . | . | . | . | . | 3 |
| 100.0 | 27.0 | 10.0 | 3.0 | 1.06 | 0.27 | 0.1 | . | . | . | . | . | . | 4 |
| . | 55.0 | 15.5 | 4.7 | 1.8 | 0.42 | 0.15 | 0.05 | . | . | . | . | . | 5 |
| . | 80.0 | 22.0 | 6.6 | 2.2 | 0.6 | 0.2 | 0.07 | . | . | . | . | . | 6 |
| . | . | 37.0 | 11.5 | 3.9 | 1.0 | 0.35 | 0.13 | . | . | . | . | . | 8 |
| . | . | 56.0 | 17.0 | 5.7 | 1.5 | 0.5 | 0.2 | 0.06 | . | . | . | . | 10 |
| <p>Obs1: Quando da utilização de tubos de aço sem costura, de alumínio ou plástico rígido, as perdas de pressão se reduzem (20% fator 0.8). Estes porém quando munidos de juntas rápidas, apresentam maiores perdas, sendo, portanto, desaconselhável usar o fator de redução para determinação do diâmetro adequado dos tubos de sucção. Deve ser observado que a velocidade da água não deve ser superior a 2m/seg.</p> | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Obs2: Para sucção não devem ser usados os valores marcados em</p> | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Obs3: Exemplo de uso da tabela: a perda de pressão por atrito em 30m de uma tubulação de 4" e para uma vazão de 5m³/h seria de 30m x 0,05% = 0,015m</p> | | | | | | | | | | | | | |

Tabela 5 – Perdas de cargas em acessórios, os comprimentos dos mesmos equivalem a metros de canalização

| CONEXÃO | | Diâmetro nominal X Equivalência em metros de canalização | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|--|--|------|------|--------|--------|------|--------|------|------|------|
| | | MATERIAL | 3/4" | 1" | 1 1/4" | 1 1/2" | 2" | 2 1/2" | 3" | 4" | 5" |
| Curva 90° |  | PVC | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 1,2 | 1,3 | 1,4 | 1,5 | 1,6 | 1,9 |
| | | Metal | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,9 | 1,0 | 1,3 | 1,6 | 2,1 |
| Curva 45° |  | PVC | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 1,1 |
| | | Metal | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,9 |
| Joelho 90° |  | PVC | 1,2 | 1,5 | 2,0 | 3,2 | 3,4 | 3,7 | 3,9 | 4,3 | 4,9 |
| | | Metal | 0,7 | 0,8 | 1,1 | 1,3 | 1,7 | 2,0 | 2,5 | 3,4 | 4,2 |
| Joelho 45° |  | PVC | 0,5 | 0,7 | 1,0 | 1,3 | 1,5 | 1,7 | 1,8 | 1,9 | 2,5 |
| | | Metal | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,8 | 0,9 | 1,2 | 1,5 | 1,9 |
| Tê de passagem direta |  | PVC | 0,8 | 0,9 | 1,5 | 2,2 | 2,3 | 2,4 | 2,5 | 2,6 | 3,3 |
| | | Metal | 0,4 | 0,5 | 0,7 | 0,9 | 1,1 | 1,3 | 1,6 | 2,1 | 2,7 |
| Tê de saída lateral |  | PVC | 2,4 | 3,1 | 4,6 | 7,3 | 7,6 | 7,8 | 8,0 | 8,3 | 10,0 |
| | | Metal | 1,4 | 1,7 | 2,3 | 2,8 | 3,5 | 4,3 | 5,2 | 6,7 | 8,4 |
| Tê de saída bilateral |  | PVC | 2,4 | 3,1 | 4,6 | 7,3 | 7,6 | 7,8 | 8,0 | 8,3 | 10,0 |
| | | Metal | 1,4 | 1,7 | 2,3 | 2,8 | 3,5 | 4,3 | 5,2 | 6,7 | 8,4 |
| União |  | PVC | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,15 | 0,2 | 0,25 |
| | | Metal | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,03 | 0,04 |
| Saída de canalização |  | PVC | 0,9 | 1,3 | 1,4 | 3,2 | 3,3 | 3,5 | 3,7 | 3,9 | 4,9 |
| | | Metal | 0,5 | 0,7 | 0,9 | 1,0 | 1,5 | 1,9 | 2,2 | 3,2 | 4,0 |
| Luva de redução (") |  | PVC | 0,3 | 0,2 | 0,15 | 0,4 | 0,7 | 0,8 | 0,85 | 0,95 | 1,2 |
| | | Aço | 0,29 | 0,16 | 0,12 | 0,38 | 0,64 | 0,71 | 0,78 | 0,9 | 1,07 |
| Registro de gaveta ou esfera aberto |  | PVC | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 0,9 | 1,0 | 1,1 |
| | | Metal | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,7 | 0,9 |
| Registro de globo aberto |  | Metal | 6,7 | 8,2 | 11,3 | 13,4 | 17,4 | 21,0 | 26,0 | 34,0 | 43,0 |
| Registro de ângulo aberto |  | Metal | 3,6 | 4,6 | 5,6 | 6,7 | 8,5 | 10,0 | 13,0 | 17,0 | 21,0 |
| Válvula de pé com crivo |  | PVC | 9,5 | 13,3 | 15,3 | 18,3 | 23,7 | 25,0 | 26,8 | 28,8 | 37,4 |
| | | Metal | 5,6 | 7,3 | 10,0 | 11,6 | 14,0 | 17,0 | 22,0 | 23,0 | 30,0 |
| Válvula de Retenção | Horizontal  | Metal | 1,6 | 2,1 | 2,7 | 3,2 | 4,2 | 5,2 | 6,3 | 6,4 | 10,4 |
| | Vertical  | Metal | 2,4 | 3,2 | 4,0 | 4,8 | 6,4 | 8,1 | 9,7 | 12,9 | 16,1 |

7.2 - Anexo II

Figura 1 do Anexo II – Dados dimensionais e de Instalação da bomba elevatória.



Fonte: SUZER 2017

7.2 - Anexo III

Planilha para auxílio de composição de custo.

| Planilha de comparação total de custos | | | | |
|---|--|---------------|-----------------------|-----------------------|
| | Descrição | Quant. | Valor unitário | Valor total |
| 1 | Infraestrutura para novos pontos de lâmpadas de LED, considerando aproximadamente 8 pontos de luz a mais por cômodo. | 1070 | R\$ 566,67 | R\$ 75.792,11 |
| 2 | Instalação de conjunto de luminárias com lâmpadas de LED, considerando fornecimento e mão de obra de um electricista e um servente com 3% de incidente sobre mão de obra direta com Encargos Sociais para cobrir despesas de EPI e ferramentas. | 2970 | R\$ 131,45 | R\$ 390.406,50 |
| 3 | Manutenção de substituição de lâmpadas Fluorescentes devido a sua vida útil, considerando material e mão de obra de um electricista e um servente com 3% de incidente sobre mão de obra direta com Encargos Sociais para cobrir despesas de EPI e ferramentas. | 1900 | R\$ 68,30 | R\$ 129.770,00 |
| 4 | Manutenção de substituição de lâmpadas de LED devido a sua vida útil, considerando material e mão de obra de um electricista e um servente com 3% de incidente sobre mão de obra direta com Encargos Sociais para cobrir despesas de EPI e ferramentas. | 2970 | R\$ 81,45 | R\$ 241.906,50 |