

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS
ENGENHARIA CIVIL
TIAGO NOGUEIRA DE OLIVEIRA

PROJETO DE CAPTAÇÃO E APROVEITAMENTO DA ÁGUA DE CHUVA EM
UMA INDÚSTRIA NO MUNICÍPIO DE ELÓI MENDES - MG

VARGINHA - MG
2017

TIAGO NOGUEIRA DE OLIVEIRA

**PROJETO DE CAPTAÇÃO E APROVEITAMENTO DA ÁGUA DE CHUVA EM
UMA INDÚSTRIA NO MUNICÍPIO DE ELÓI MENDES - MG**

Trabalho apresentado ao curso de Engenharia Civil do Centro Universitário do Sul de Minas como pré-requisito para a obtenção do grau de bacharel, sob orientação da Prof.^a Luana Ferreira Mendes.

**VARGINHA
2017**

TIAGO NOGUEIRA DE OLIVEIRA

**PROJETO DE CAPTAÇÃO E APROVEITAMENTO DA ÁGUA DE CHUVA EM
UMA INDÚSTRIA NO MUNICÍPIO DE ELÓI MENDES - MG**

Monografia apresentada ao curso de Engenharia Civil do Centro Universitário do Sul de Minas, UNIS-MG, como pré-requisito para a obtenção do grau de bacharel, pela Banca Examinadora composta pelos membros:

Aprovado em 04 / 11 / 2017

Prof.^a Luana Ferreira Mendes

Prof.^a Ivana Prado de Vasconcelos

Eng. Luana Nogueira Matias

OBS.:

Dedico esse trabalho aos meus pais Pedro de Oliveira e Maria Sabina Nogueira de Oliveira que sempre me apoiaram.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus pelas bênçãos em minha vida.

Aos meus pais, Pedro de Oliveira e Maria Sabina Nogueira de Oliveira que me criaram com muito amor e dedicação, que batalharam muito para que eu pudesse chegar até aqui.

Aos professores que ao longo desse tempo me ajudaram a chegar até aqui.

A minha orientadora Prof.^a Luana Ferreira Mendes pela ajuda e orientação ao longo desse meu trabalho.

Por fim um agradecimento a todos os meus amigos e familiares, que de alguma forma contribuíram para o desenvolvimento desse trabalho.

“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu, mas pensar o que ninguém ainda pensou sobre aquilo que todo mundo vê.” Arthur Schopenhauer

RESUMO

A água é um recurso natural limitado e imprescindível à vida, questões relacionadas a conservação e preservação dos recursos hídricos vem ganhando mais destaques progressivamente, com isso, se tornando um fator importante para todos. Visando soluções sustentáveis, surgiram técnicas de aproveitamento de água pluvial, contribuindo para o uso racional da água e ao mesmo tempo permitindo a conservação dos recursos hídricos. O presente trabalho de conclusão de curso tem por finalidade analisar a possibilidade de captação e utilização da água de chuva para fins não potáveis, substituindo assim, uma parte do consumo de água potável de uma indústria situada no município de Elói Mendes, MG. Para a construção do trabalho, primeiramente foi realizada uma revisão bibliográfica específica, assim como levantamentos de dados da área de captação de chuva, índices pluviométricos, demanda de água não potável, dados sobre os componentes do sistema de captação de água pluvial existentes no local, visitas a empresa, entrevistas com funcionários e com a gerente de produção e o encarregado do setor de manutenção da indústria. Posteriormente, com os dados levantados, foi possível verificar o funcionamento e dimensionar quando necessário os componentes do sistema que a indústria possui: calhas, condutores verticais, condutores horizontais, reservatórios, motobombas e rede de distribuição. Assim, foi elaborado o projeto para captação e aproveitamento de água da chuva com todos seus dispositivos e dimensionamento do reservatório. Após os resultados obtidos, foi possível avaliar a viabilidade econômica e financeira do projeto.

Palavras-chave: Captação de água de chuva. Aproveitamento de água de chuva. Indústria.

ABSTRACT

The Water is a limited and indispensable natural resource for life, issues related to the conservation and preservation of water resources have been gaining more highlights progressively, becoming a major factor for all. Aiming at sustainable solutions, techniques have emerged for the use of rainwater, contributing to the rational use of water and at the same time allowing the conservation of water resources. The purpose of this work is to analyze the possibility of collecting and using rainwater for non-potable purposes, thus replacing part of the drinking water consumption of an industry located in the municipality of Elói Mendes, MG. For the construction of the work, a specific bibliographical review was carried out, as well as data collection from the area of rainfall collection, pluviometric indexes, demand for non-potable water, data on the components of the rainwater harvesting system in place, visits to the company, interviews with employees and with the production manager and in charge of the industry maintenance industry. Subsequently, with the data collected, it was possible to verify the operation and size when necessary the system components that the industry has: gutters, vertical conductors, horizontal conductors, reservoirs, motor pumps and distribution network. Thus, the project was designed to capture and use rainwater with all its devices and reservoir design. After the results obtained, it was possible to evaluate the economic and financial viability of the project.

Keywords: *Rainwater harvesting. Rainwater harvesting. Industry.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Distribuição de água na superfície da Terra	18
Figura 02 - Esquema de coleta de água de chuva.....	21
Figura 03 - Áreas de contribuição para cálculo de vazão.....	27
Figura 04 - Ábacos para definição do diâmetro do condutor vertical	32
Figura 05 - Separador de fluxo automático	34
Figura 06 - Vista aérea da empresa	44
Figura 07 - Delimitação da área em estudo	45
Figura 08 - Dados da Estação	46
Figura 09 - Cobertura do galpão em material metálico	49
Figura 10 - Área de cobertura contribuinte dos galpões em estudo	50
Figura 11 - Área disponível galpão 1 e 2.....	51
Figura 12 - Área disponível galpão 3 e 4.....	51
Figura 13 - Nova área de contribuição	55
Figura 14 - Condutores verticais existentes.....	59
Figura 15 - Bacia sanitária com válvula de descarga	73
Figura 16 - Condutor horizontal existente no local, Galpão 3	73
Figura 17 - Área disponível para o reservatório inferior	74
Figura 18 - Calhas existente no galpão 1.....	74
Figura 19 - Tarifas cobradas pelo SAAE de Elói Mendes	90

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Disponibilidade hídrica no Brasil por regiões	19
Tabela 02 - Área e população estimada no Brasil em 2015	19
Tabela 03 - Valores de C de diferentes autores	28
Tabela 04 - Valores de acréscimos recomendados	42
Tabela 05 - Demandas das bacias sanitárias.....	48
Tabela 06 - Demandas dos pisos	48
Tabela 07 - Área de telhado.....	49
Tabela 08 - Valor total de orçamento	65
Tabela 09 - Orçamento rede de distribuição galpão 1 e 2	75
Tabela 10 - Orçamento rede de distribuição galpão 3 e 4	76
Tabela 11- Orçamento sistema elevatório galpão 1 e 2.....	77
Tabela 12 - Orçamento sistema elevatório galpão 3 e 4.....	78
Tabela 13 - Orçamento condutores verticais e horizontais, galpão 1 e 2	78
Tabela 14 - Orçamento condutores verticais e horizontais, galpão 3 e 4	78

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 - Distribuição do consumo de água na indústria por atividades	23
Quadro 02 - Consumo de água na indústria por atividades	24
Quadro 03 - Demanda de água não potável.....	24
Quadro 04 - Parâmetros de qualidade de água de chuva para usos restritivos não potáveis....	25
Quadro 05 - Frequência de manutenção	25
Quadro 06 - Coeficiente de rugosidade	31
Quadro 07 - Capacidade de calhas semicirculares (Vazão em L/min).....	31
Quadro 08 - Capacidade de condutores horizontais de seção circular (vazão em L/min.).....	33
Quadro 09 - Coeficiente de Hazen	41
Quadro 10 - Tarifas aplicadas às indústrias.....	42
Quadro 11 - Precipitações Médias entre os anos de 1980 e 2010	47
Quadro 12 - Cálculo do reservatório método de Rippl para o galpão 1 e 2	52
Quadro 13 - Cálculo de reservatório pelo método da simulação para galpão 1 e 2	52
Quadro 14 - Reservatório método de Rippl.....	53
Quadro 15 - Reservatório método de Rippl somente para bacias sanitárias	54
Quadro 16 - Demanda de água das bacias sanitárias.....	54
Quadro 17- Novo cálculo do reservatório pelo método de Rippl.....	55
Quadro 18 - Reservatório pelo método da simulação.....	56
Quadro 19 - Características das calhas galpão 1 e 2.....	57
Quadro 20 - Características das calhas galpão 3 e 4.....	58
Quadro 21 - Vazão máxima nos condutores verticais Galpão 1	60
Quadro 22 - Vazão máxima nos condutores verticais Galpão 2	60
Quadro 23 - Condutores verticais trecho interligado Galpão 1 e 2	60
Quadro 24 - Condutores vertical diâmetro de 150mm	61
Quadro 25 - Vazão máxima nos condutores verticais Galpão 3	61
Quadro 26 - Vazão máxima nos condutores verticais Galpão 4	62
Quadro 27 - Condutores horizontais galpão 1 e 2	62
Quadro 28 - Condutores horizontais galpão 3 e 4	63
Quadro 29 - Resultados para escolha da potência da bomba	64
Quadro 30 - Cálculo de Pressão – Rede de água fria Galpão 1 e 2.....	64
Quadro 31 - Cálculo de Pressão – Rede de água fria Galpão 3 e 4.....	65
Quadro 32 - Leitura dos hidrômetros	71

Quadro 33 - Frequência de utilização da bacia sanitária.....	72
Quadro 34 - Tabela de comprimento equivalente em metros de canalizações de PVC rígido ou cobre	89
Quadro 35 - Série Histórica pluviométrica de Elói Mendes período de 1980 a 2010.....	91

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
2 OBJETIVO	17
2.1 Objetivo geral.....	17
2.2 Objetivos específicos.....	17
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
3.1 Água doce no mundo	18
3.2 Água doce no Brasil.....	19
3.3 Sistemas de captação e aproveitamento de água de chuva	20
3.4 Componentes principais para a captação de água de chuva	21
3.5 Medidor de consumo	21
3.6 Indicador de consumo por usuário	21
3.7 Consumo de água em indústrias	22
3.8 Padrão de Qualidade da água para uso industrial	24
3.9 Análise da área de contribuição	26
3.10 Calhas e condutores.....	29
3.10.1 Calhas	30
3.10.2 Condutores Verticais	31
3.10.3 Condutores Horizontais	32
3.11 ByPass.....	33
3.12 Peneira	34
3.13 Reservatório	34
3.13.1 Método de Rippl	35
3.13.2 Método da simulação.....	35
3.13.3 Método Azevedo Neto.....	36
3.13.4 Método prático alemão	36
3.13.5 Método prático inglês	37
3.13.6 Método prático australiano	37
3.13.7 Confiança.....	38
3.14 Extravasor	38
3.15 Sistema Elevatório	38
3.15.1 Determinação da vazão de recalque	39
3.15.2 Diâmetro de recalque e sucção	39

3.15.3	Altura manométrica	39
3.15.4	Potência da bomba.....	41
3.16	Rede de distribuição	42
3.17	Abastecimento de água no município de Elói Mendes	42
3.18	Cálculo do tempo de retorno	43
4	METODOLOGIA.....	44
4.1	Informações a respeito da empresa.....	44
5	RESULTADOS	45
5.1	Caracterização da área de estudo	45
5.2	Possíveis locais para aproveitamento da água de chuva	45
5.3	Dados pluviométricos	46
5.4	Precipitações médias	46
5.5	Demanda de água total na empresa	47
5.6	Consumo médio por usuário.....	47
5.7	Demanda de água não potável.....	47
5.8	Área de cobertura contribuinte.....	48
5.9	Análise do suprimento da demanda.....	50
5.10	Verificação do dimensionamento das calhas.....	56
5.11	Verificação do dimensionamento dos condutores verticais existentes.....	58
5.12	Verificação e dimensionamento dos condutores horizontais.....	62
5.13	Sistema elevatório	63
5.14	Rede de distribuição	64
5.15	Orçamento	65
5.16	Economia com a substituição da água potável.....	65
5.17	Tempo de retorno do investimento	66
6	CONCLUSÃO.....	67
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69
	APÊNDICE A – Levantamento consumo de água	71
	APÊNDICE B – Questionário realizado com os funcionários.....	72
	APÊNDICE C – Fotos da empresa	73
	APÊNDICE D – Orçamento por etapa de projeto	75
	APÊNDICE E – Memorial de Cálculo.....	79
	APÊNDICE F – Memorial descritivo	85

ANEXO A – Tabela com as chuvas intensas no Brasil, com duração de 5min. ABNT NBR 10844:1989	87
ANEXO B – Quadro de comprimento equivalente	89
ANEXO C – Tarifas cobradas pelo SAAE	90
ANEXO D – Série Histórica pluviométrica de Elói Mendes 1980 a 2010	91

1 INTRODUÇÃO

Atualmente a preocupação da sociedade em preservar os recursos naturais é grande, dentre esses recursos está à água que é de grande importância para o ser humano, ela representa cerca de 70% da massa corporal (MANCUSO; SANTOS, 2003), se tornando indispensável.

A escassez de água começa a ser tornar um fator preocupante nos grandes centros, principalmente em áreas com desenvolvimento urbano mais acelerado, com elevados números de indústrias e população. Fatores climáticos agravam ainda mais quando se trata de escassez de água, pois o calor excessivo, a falta de chuva e o clima seco estão mais intensos e frequentes, afetando os níveis de reservatórios e abastecimento das cidades.

A escassez de recursos hídricos vem afetando toda a população mundial, mesmo o Brasil sendo um país rico em recursos naturais, incluindo a água, a população vem sofrendo com a falta dela.

O uso da água de chuva reduz a necessidade de utilizar água de abastecimento público, trazendo benefícios para a conservação da água, além disso, ela recolhe a água que escoaria pelas vias diminuindo o índice de enchentes e inundações com a redução do escoamento superficial. Sua utilização é muito comum em diversos países do mundo.

Quando se trata de indústrias, os benefícios se estendem a redução do custo financeiro das contas de água, também, o fato de utilizar água de chuva faz com que a empresa dê um exemplo de sustentabilidade e de preocupação com o meio ambiente.

O presente trabalho pretende abordar a utilização da água de chuva em uma empresa situada na cidade de Elói Mendes Minas Gerais, destinando ela para fins não potáveis, assim, apresentam-se o projeto, com todos os dimensionamentos necessários, análises e desenhos da implantação do sistema nos galpões da indústria, avaliando os custos finais para implantação.

2 OBJETIVO

2.1 Objetivo geral

O presente trabalho tem como objetivo realizar um estudo e desenvolver um projeto de um sistema de captação de água de chuva para o seu aproveitamento em uma indústria, situada na cidade de Elói Mendes, Minas Gerais.

2.2Objetivos específicos

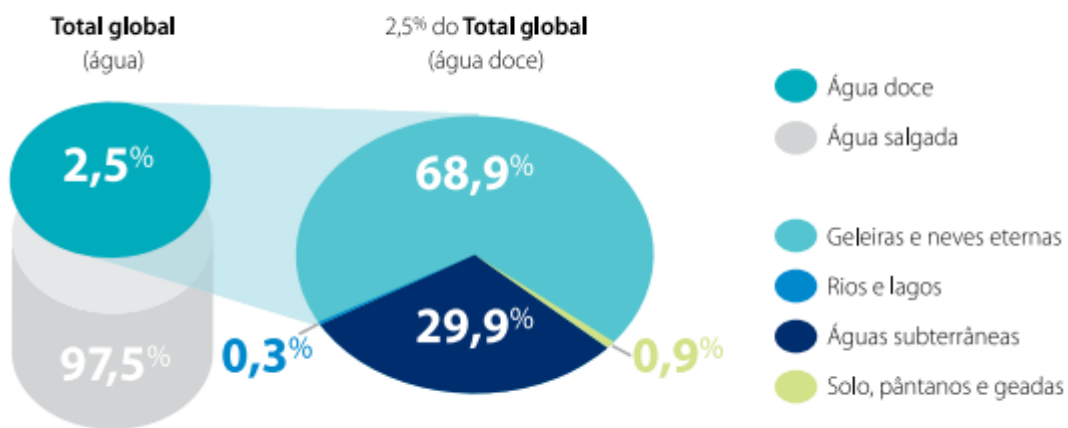
- Realizar o estudo pluviométrico do município de Elói Mendes;
- Estimar média pluviométrica mensal no município de Elói Mendes;
- Identificar o consumo per capta gerando índice de consumo;
- Caracterizar os tipos de uso não potáveis onde a água da chuva pode ser utilizada;
- Identificar e analisar a possibilidade de adaptar os componentes do sistema de captação de água de chuva já existentes;
- Dimensionar um sistema de aproveitamento de água de chuva;
- Analisar a viabilidade econômica financeira do projeto e tempo de retorno;
- Apresentar um projeto de aproveitamento de água de chuva.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Água doce no mundo

Segundo o Manual da Educação - MEC (2005), em torno de 70% da superfície do planeta é constituído de água. No entanto, da totalidade da água existente, 97,5% é salgada, isto é, indisponível para o consumo humano. Da parcela de água doce, 68,9% encontram-se nas geleiras, calotas polares ou em regiões montanhosas, 29,9% em águas subterrâneas, 0,9% compõe a umidade do solo e dos pântanos e apenas 0,3% representa a porção superficial de água doce presente em rios e lagos.

Figura 01 - Distribuição de água na superfície da Terra



Fonte: (MEC, 2005, p.28)

Segundo a UNESCO (apud MEC, 2005), mais de 6 bilhões de pessoas em todo o mundo utilizam cerca de 54% de água doce disponível em rios, lagos e aquíferos. Conforme estimativas da UNESCO, em 2025 o consumo humano pode chegar a atingir 90%, os outros 10% sobriam para os demais seres vivos do planeta. Devido à quantidade de água ser constante, o crescimento populacional faz com que a disponibilidade de água por habitante seja cada vez menor.

De acordo Mancuso e Santos (2003), o crescimento populacional de 80% nas áreas urbanas por volta de 2025, levará a população a uma escassez de recursos hídricos que será dez vezes maior que a atual. Isso faz com que o reuso de água se torne um tema bastante atual e que merece uma atenção especial.

3.2 Água doce no Brasil

Segundo Tomaz (2003), comparado a América do Sul, o Brasil apresenta vazão média de 177.900 m³/s, o que equivale a 53% de toda a vazão da América do Sul. Em relação à vazão mundial, o país apresenta uma parcela de 12% da produção hídrica da superfície. Porém, apesar da riqueza hídrica no Brasil, sua distribuição por regiões é bastante desigual, conforme mostra a tabela 01:

Tabela 01 - Disponibilidade hídrica no Brasil por regiões

Regiões do Brasil	Vazão (Km³/ano)	Porcentagem (%)
Norte	3.845,5	68,5
Nordeste	186,2	3,3
Sudeste	334,2	6,0
Sul	365,4	6,5
Centro-Oeste	878,7	15,7
Total	5.610,00	100,00

Fonte: Tomaz, 2003

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2015), a área em Km² e a população do Brasil estão apresentadas na tabela02:

Tabela 02 -Área e população estimada no Brasil em 2015

Regiões do Brasil	Área (km²) 2015	População 2015	Porcentagem da população (%)
Norte	3.853.844	17.472.636	8,54
Nordeste	1.554.292	56.560.081	27,67
Sudeste	924.615	85.745.520	41,94
Sul	576.784	29.230.180	14,30
Centro-Oeste	1.606.235	15.442.232	7,55
Total	8.515.770	204.450.649	100,00

Fonte: ModificadodeIBGE

Conforme os dados apresentados nas tabelas 01 e 02 é notório que no Brasil a região Norte possui a maior porcentagem de água (68,5%), porém a população é de apenas 8,54% da população total do país. Por outro lado, a região Sudeste apresenta 41,94% da população do país, sendo a maior parcela da população e possuindo apenas 6% da água disponível. Sendo assim, há um desequilíbrio entre a oferta e a necessidade.

De acordo com Tomaz (2003), para possibilitar uma vida mais harmoniosa é essencial criar uma nova cultura sobre a água de chuva. No Brasil, a urbanização já passou de 60% nas regiões Sul e Sudeste (em alguns casos, está próxima dos 90%), para que não haja escassez de água, é necessário desenvolver novas medidas para melhor uso e aproveitamento da água.

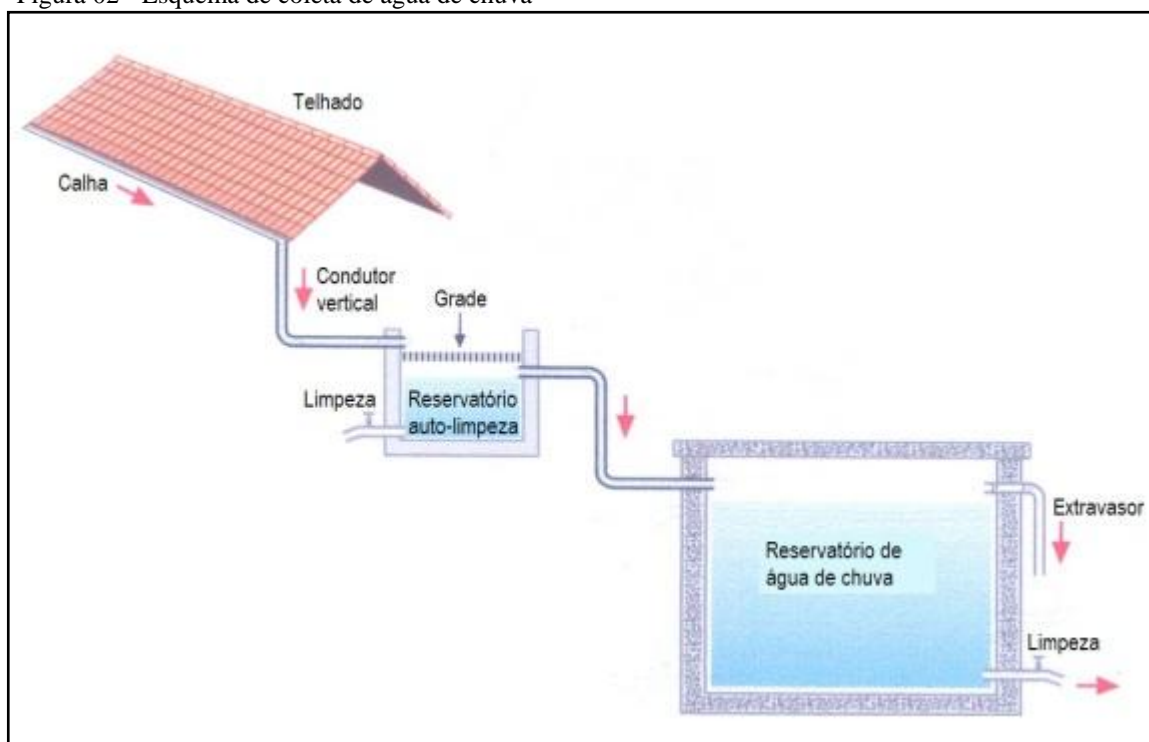
Segundo Muras e Makoto (apud Tomaz, 2003), estima-se que pela metade do século XXI, a concentração da população nas áreas urbanas esteja por volta de 60%, principalmente na Ásia, África e América latina, e surgirão os problemas de secas e enchentes.

3.3 Sistemas de captação e aproveitamento de água de chuva

Os sistemas de captação e aproveitamento de água de chuva são constituídos basicamente por área de captação da água de chuva, calhas e tubos condutores e reservatórios. Após sua coleta pela área de captação, a água é direcionada pelas calhas e condutores até um reservatório de distribuição, porém, antes ela deve passar por outro reservatório, para remover impurezas advindas do telhado.

Na figura 02 é possível observar como é formado um sistema de coleta de água de chuva.

Figura 02 - Esquema de coleta de água de chuva



Fonte: Tomaz, 1998 apud May, 2004

3.4 Componentes principais para a captação de água de chuva

Segundo Tomaz (2003) os componentes principais para a captação de água de chuva são: área de captação, calhas e condutores, bypass, peneira, reservatório e extravasor.

3.5 Medidor de consumo

Para monitoramento do consumo de água é utilizada uma ferramenta de gestão denominada medição. Tal monitoramento pode ser feito através de um único medidor ou por vários, conforme necessidade de cada edificação. A medição é feita através da leitura visual dos volumes de água em períodos de tempo pré-estabelecidos (SINDUSCON, 2005).

3.6 Indicador de consumo por usuário

Conforme SINDUSCON (2005), o método de Indicador de Consumo (IC) calcula o volume de água consumido em um determinado período, em um determinado tempo (período histórico) e o número de consumidores nesse período.

A variável mais importante do consumo é o agente consumidor, como por exemplo: consumo em um edifício residencial, litros/pessoa.dia; o consumo em uma escola, litros/aluno.dia (SINDUSCON, 2005).

De acordo com Ilha (2005 apud Oliveira, 1999), o indicador de consumo (IC) é determinado por:

$$IC = \frac{Cm \times 1000}{NA \times Dm}$$

Onde:

IC = indicador de consumo (litros/agente consumidor.dia);

Cm = consumo mensal (m³/mês);

NA = número de agentes consumidores;

Dm = quantidade de dias de consumo.

3.7 Consumo de água em indústrias

De acordo com CIRRA/FCTH (2008), de uma maneira geral, a água tem as seguintes aplicações na indústria:

- Consumo humano;
- Matéria prima;
- Uso como fluido auxiliar;
- Uso para geração de energia;
- Uso como fluido de aquecimento e/ou resfriamento;
- Utilização de água para combate a incêndio rega de áreas verdes ou incorporação em diversos subprodutos gerados nos processos industriais, seja na fase sólida, líquida ou gasosa.

Conforme o Centro Internacional de Referência em Reuso de Água - CIRRA/FCTH (2008), no quadro 01 são apresentados os dados internacionais de distribuição do consumo de água na indústria por tipo de atividade.

Quadro 01 - Distribuição do consumo de água na indústria por atividades

Segmento Industrial	Distribuição do Consumo de Água (%)		
	Resfriamento sem Contato	Processos e Atividades Afins	Uso Sanitário e Outros
Carne enlatada	42	46	12
Abatimento e limpeza de aves	12	77	12
Laticínios	53	27	19
Frutas e vegetais enlatados	19	67	13
Frutas e vegetais congelados	19	72	8
Moagem de milho a úmido	36	63	1
Açúcar de cana-de-açúcar	30	69	1
Açúcar de beterraba	31	67	2
Bebidas maltadas	72	13	15
Indústria têxtil	57	37	6
Serrarias	58	36	6
Fábricas de celulose e papel	18	80	1
Cloro e Álcalis	85	14	1
Gases industriais	86	13	1
Pigmentos inorgânicos	41	58	1
Produtos químicos inorgânicos	83	16	1
Materiais plásticos e resinas	93	7	-
Borracha sintética	83	17	-
Fibras de celulose sintéticas	69	30	1
Fibras orgânicas não celulósicas	94	6	-
Tintas e pigmentos	79	17	4
Produtos químicos orgânicos	91	9	1
Fertilizantes nitrogenados	92	8	-
Fertilizantes fosfatados	71	28	1
Negro de fumo	57	38	6
Refinaria de petróleo	95	5	-
Pneus	81	16	3
Cimento	82	17	1
Aço	56	43	1
Fundição de ferro e aço	34	58	8
Cobre primário	52	46	2
Alumínio primário	72	26	2
Automóveis	28	69	3
- Valor inferior a 0,5% do volume total de água consumido			

Fonte: VAN Der LEEDEN; TROISE and TODD, 1990, apud CIRRA/FCTH, 2008

No quadro 02 seguem os dados de consumo de água em alguns tipos de estabelecimentos comerciais e industriais:

Quadro 02 -Consumo de água na indústria por atividades

Natureza	Consumo
Escritórios comerciais	50 l/pessoa/dia
Restaurantes	25 l/refeição
Hotéis (sem cozinha e sem lavanderia)	120 l/hóspede/dia
Lavanderia	30 /kg de roupa
Hospitais	250 l/leito/dia
Garagens	50 l/automóvel/dia
Posto de serviço para veículos	150 l/veículo/dia
Indústrias (uso sanitário)	70 l/operário/dia
Matadouros – animais de grande porte	300 l/cabeça abatida
Matadouros – animais de pequeno porte	150 l/cabeça abatida
Laticínios	1 – 5 l/kg de produto
Curtumes	50 – 60 l/kg de couro
Fabrica de papel	100 – 400 l/kg de papel
Tecelagem (sem alveamento)	10 – 20 l/kg de tecido

Fonte: Técnicas de Abastecimento e Tratamento de Água, CETESB, apud Weierbacher, 2008

No quadro 03, são apresentadas as demandas internas e externas de água não potável.

Quadro 03 - Demanda de água não potável

Demanda Interna	Faixa	Unidade
Vaso Sanitário – Volume	6 – 15	L/descarga
Vaso Sanitário – Frequência	4 – 6	Descarga/hab/dia
Máquina de Lavar Roupa - Volume	100 – 200	L/ciclo
Máquina de Lavar Roupa - Frequência	0,2 – 0,3	Carga/hab/dia
Demanda Externa	Faixa	Unidade
Rega de Jardim – Volume	2	L/dia/m ²
Rega de Jardim – Frequência	8 – 12	Lavagem/mês
Lavagem de Carro – Volume	80 – 150	L/Lavagem/carro
Lavagem de Carro - Frequência	1 – 4	Lavagem/mês

Fonte: Tomaz, 2000 apud Weierbacher, 2008

3.8 Padrão de Qualidade da água para uso industrial

De acordo com a ABNT NBR 15.527:2007, os padrões de qualidade de água devem ser definidos pelo projetista, visando a utilização em questão. Para os usos mais restritivos, a norma apresenta os seguintes parâmetros presentes no quadro 04:

Quadro 04 - Parâmetros de qualidade de água de chuva para usos restritivos não potáveis

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

Fonte: ABNT NBR 15.527:2007

Tomaz (2007) não recomenda em hipótese alguma o uso de água de chuva para fins potáveis. O autor ainda diz que no caso de água de chuva para a lavagem de roupas deve-se utilizar de tratamentos específicos que permitam a remoção de parasitas como o *Cryptosporidium parvum*. Neste caso, o autor recomenda o uso de filtros lentos de areia.

Para a manutenção do reservatório, a ABNT NBR 15.527:2007 especifica as diretrizes de acordo com o quadro 05:

Quadro 05 - Frequencia de manutenção

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

Fonte: ABNT NBR 15527:2007

3.9 Análise da área de contribuição

Conforme Tomaz (2003), geralmente são telhados das casas ou indústrias, podendo estar inclinado, pouco inclinado ou plano. As telhas podem ser de material cerâmico, fibrocimento, zinco, entre outros.

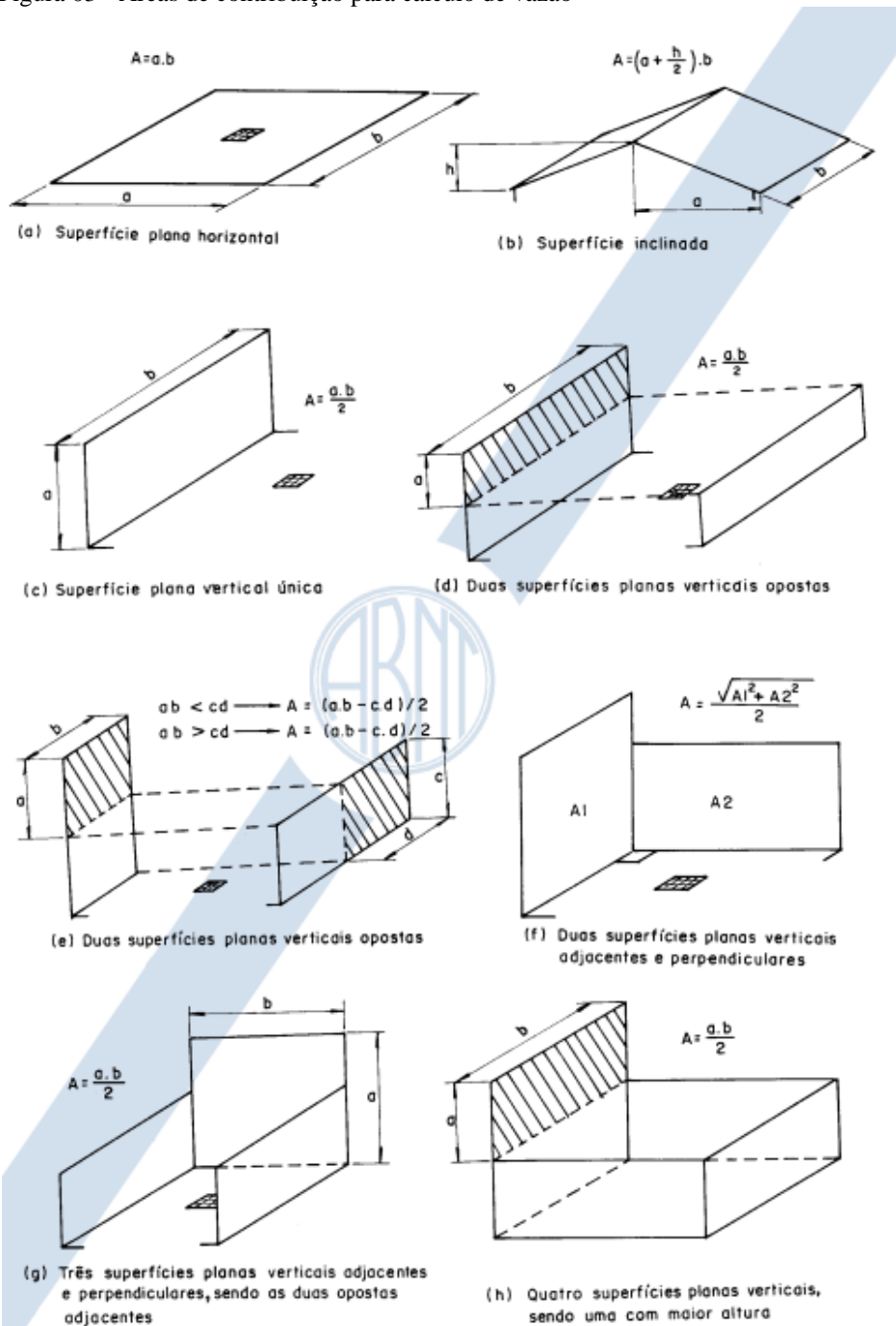
O volume de água de chuva precipitado é diferente do captado, devido às perdas por evaporação e limpeza do telhado (PHILIPPI et al; 2006).

De acordo com Annechini (2005) o volume de água precipitado não é o mesmo que pode ser aproveitado, então, para o dimensionamento do sistema de aproveitamento de água de chuva, utiliza-se um coeficiente de escoamento superficial (C).

Conforme a ABNT NBR 10.844:1989, para o cálculo da área contribuinte, deve considerar os incrementos devidos à inclinação da cobertura.

A norma citada apresenta, conforme figura 03, às fórmulas para cálculo da área de contribuição em diversos tipos de coberturas.

Figura 03 - Áreas de contribuição para cálculo de vazão



Fonte: ABNT NBR 10844:1989

Na tabela 03 estão os valores de C para diferentes materiais, adotados por diversos autores.

Tabela 03 - Valores de C de diferentes autores

MATERIAL	COEFICIENTE DE ESCOAMENTO	AUTORES
Telha cerâmica	0,80 a 0,90	Hofkes (1981) e Frasier (1975) apud May (2004)
	0,75 a 0,90	Van den Bossche (1997) apud Vaes e Berlamont (1999)
Telha esmaltada	0,90 a 0,95	Van den Bossche (1997) apud Vaes e Berlamont (1999)
Telha metálica	0,70 a 0,90	Hofkes (1981) e Frasier (1975) apud May (2004)
	0,85	Khan (2001)
Plástico	0,94	Khan (2001)
Betume	0,80 a 0,95	Van den Bossche (1997) apud Vaes e Berlamont (1999)
Telhados verdes	0,27	Khan (2001)
Pavimentos	0,40 a 0,90	Wilken (1978) apud Tomaz (2003)
	0,68	Khan (2001)

Fonte: Annechini, 2005

Segundo Tomaz (2003), para calcular o volume de água que pode ser aproveitado, utiliza-se a seguinte equação:

$$V = P \times A \times C \times \eta \text{ first flush}$$

Onde:

V = volume da cisterna em litros;

P = precipitação média mensal em milímetros;

A = área do telhado em projeção, em m²;

C = coeficiente de runoff do telhado (adimensional);

η first flush = rendimento do dispositivo de carga de lavagem do sistema

Ainda conforme o autor, no caso do projetista não considerar o desvio de escoamento inicial, o valor sugerido para η first flush é de 0,90.

3.10 Calhas e condutores

As calhas e condutores horizontais devem atender à ABNTNBR 10844:1989. A vazão de projeto, a intensidade pluviométrica e o tempo de retorno (Tr) são determinadas pelo projetista (TOMAZ 2007). Além disso, devem ser instalados dispositivos de remoção de detritos (grades e telas) que atendam à ABNT NBR 12.213:1992. As calhas e condutores de água pluvial podem ser de PVC ou metálicos.

Segundo a ABNT NBR 10844:1989, a fins de projeto, a intensidade pluviométrica deve ser determinada a partir da fixação de valores adequados para a duração de precipitação e período de retorno (Anexo A).

De acordo com a ABNT NBR 10844:1989, o período de retorno deve ser definido de acordo com as características da área a ser drenada, seguindo os seguintes critérios:

- Tr = 1 ano, para áreas pavimentadas, onde empoçamentos possam ser tolerados;
- Tr = 5 anos, para coberturas e/ou terraços;
- Tr = 25 anos, para coberturas e áreas onde empoçamento ou extravasamento não possa ser tolerado.

A norma em questão fixa um intervalo de tempo de cinco minutos para duração da precipitação.

A vazão de projeto é calculada através do levantamento de dados de intensidade pluviométrica e área de contribuição com suas devidas considerações. Conforme a ABNT NBR 10844:1989, a vazão de projeto é dada pela equação:

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

Onde:

Q = Vazão de pico, em litros/minutos;

I = Intensidade pluviométrica, em milímetros/hora;

A = Área de contribuição, em metros quadrados.

3.10.1 Calhas

Segundo a ABNT NBR 10844:1989 o dimensionamento das calhas deve ser calculado por meio da fórmula de Manning-Strickler:

$$Q = 60.000 \times \left(\frac{S}{n}\right) \times Rh^{\frac{2}{3}} \times I^{0,5}$$

Onde:

$$Rh = \frac{S}{P}$$

Sendo:

Q = Vazão de projeto, em litros por minuto;

S = Área da seção molhada, em metros quadrados;

N = Coeficiente de rugosidade;

Rh = Raio hidráulico, em metros;

P = Perímetro molhado, em metros;

I = Declividade da calha, em m/m.

De acordo com a norma mencionada, a inclinação das calhas de beiral e platibanda devem obedecer ao valor mínimo de 0,5%, e quando necessário, a cobertura deve ser subdividida em áreas menores, com variadas orientações dos caimentos, para evitar que a água da chuva percorra grandes distâncias.

Conforme a ABNTNBR 10844:1989, o quadro 06 indica os coeficientes de rugosidade dos materiais normalmente utilizados na confecção de calhas.

Quadro 06 - Coeficiente de rugosidade

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 10844:1989

Segundo a ABNT NBR 10844:1989, o quadro 07 apresenta a capacidade de algumas calhas semicirculares para alguns valores de declividade, utilizando o coeficiente de rugosidade $n = 0,011$ e lâmina de água sendo a metade do diâmetro interno.

Quadro 07 - Capacidade de calhas semicirculares (Vazão em L/min)

Diâmetro interno (mm)	Declividades		
	0,5%	1%	2%
100	130	183	256
125	236	333	466
150	384	541	757
200	829	1.167	1.634

Fonte: ABNT NBR 10844:1989

3.10.2 Condutores Verticais

A norma ABNT NBR 10844:1989 determina que o dimensionamento dos condutores verticais deve ser feito de acordo com os seguintes dados:

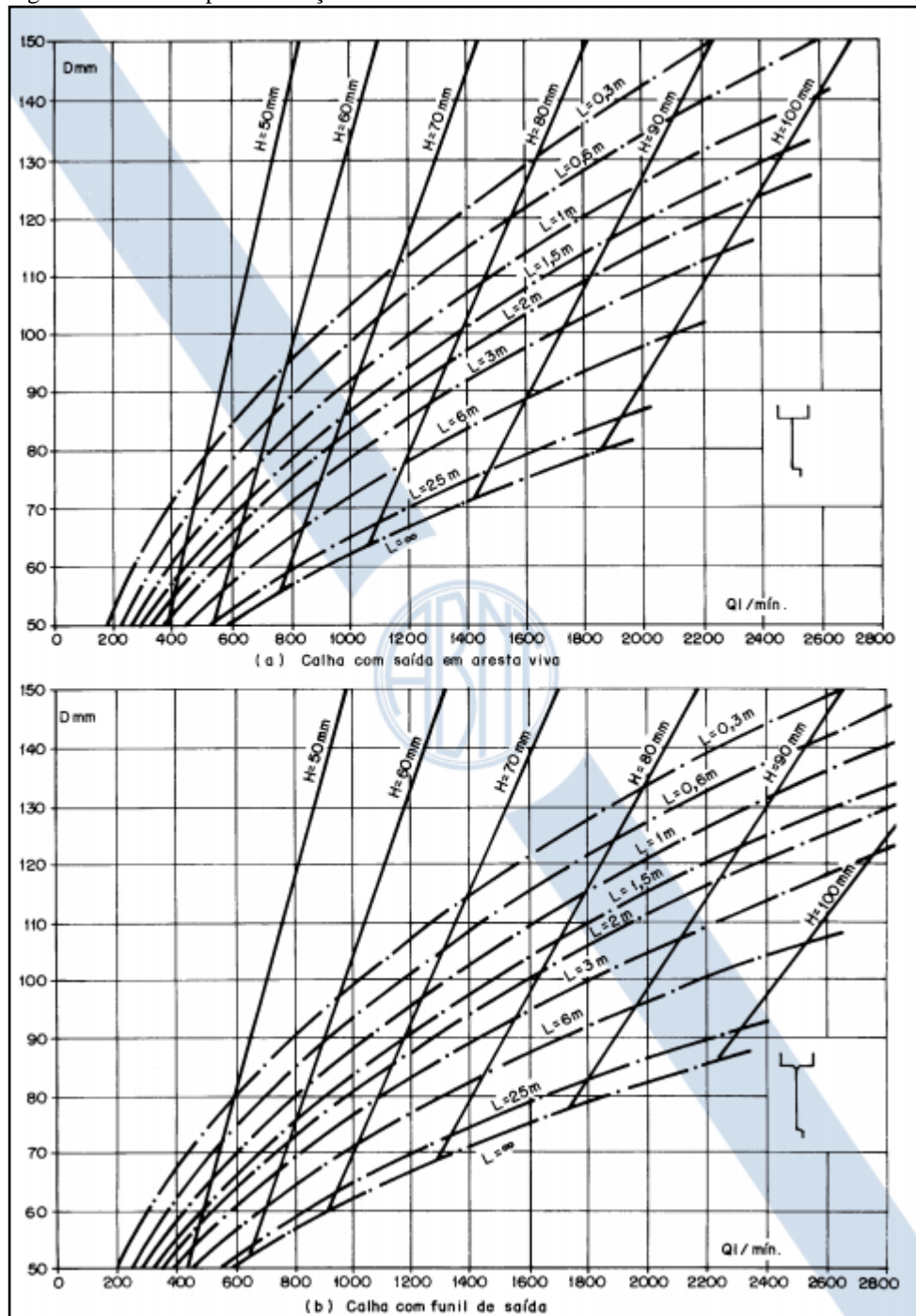
Q = Vazão de projeto, em litros por minutos;

H = Altura da lâmina de água na calha, em milímetros;

L = Comprimento do condutor vertical, em metros.

A norma ainda determina que o diâmetro interno do condutor vertical seja obtido através dos ábacos da figura 04.

Figura 04 - Ábacos para definição do diâmetro do condutor vertical



Fonte: ABNT NBR 10844:1989

3.10.3 Condutores Horizontais

De acordo com a norma ABNT NBR 10844:1989, para o dimensionamento dos condutores horizontais de seção circular, o escoamento deve ser feito com a altura da lâmina d'água igual a $\frac{2}{3}$ do diâmetro interno do tubo. No quadro 08 estão os valores das vazões para tubos de diversos materiais e inclinações.

Quadro 08 - Capacidade de condutores horizontais de seção circular (vazão em L/min.)

Diâmetro interno (D) (mm)	n = 0,011				n = 0,012				n = 0,013			
	0,5 %	1 %	2 %	4 %	0,5 %	1 %	2 %	4 %	0,5 %	1 %	2 %	4 %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
50	32	45	64	90	29	41	59	83	27	38	54	76
75	95	133	188	267	87	122	172	245	80	113	159	226
100	204	287	405	575	187	264	372	527	173	243	343	486
125	370	521	735	1040	339	478	674	956	313	441	622	882
150	602	847	1190	1690	552	777	1100	1550	509	717	1010	1430
200	1300	1820	2570	3650	1190	1670	2360	3350	1100	1540	2180	3040
250	2350	3310	4660	6620	2150	3030	4280	6070	1990	2800	3950	5600
300	3820	5380	7590	10800	3500	4930	6960	9870	3230	4550	6420	9110

Fonte: Adaptado, ABNT NBR 10844:1989

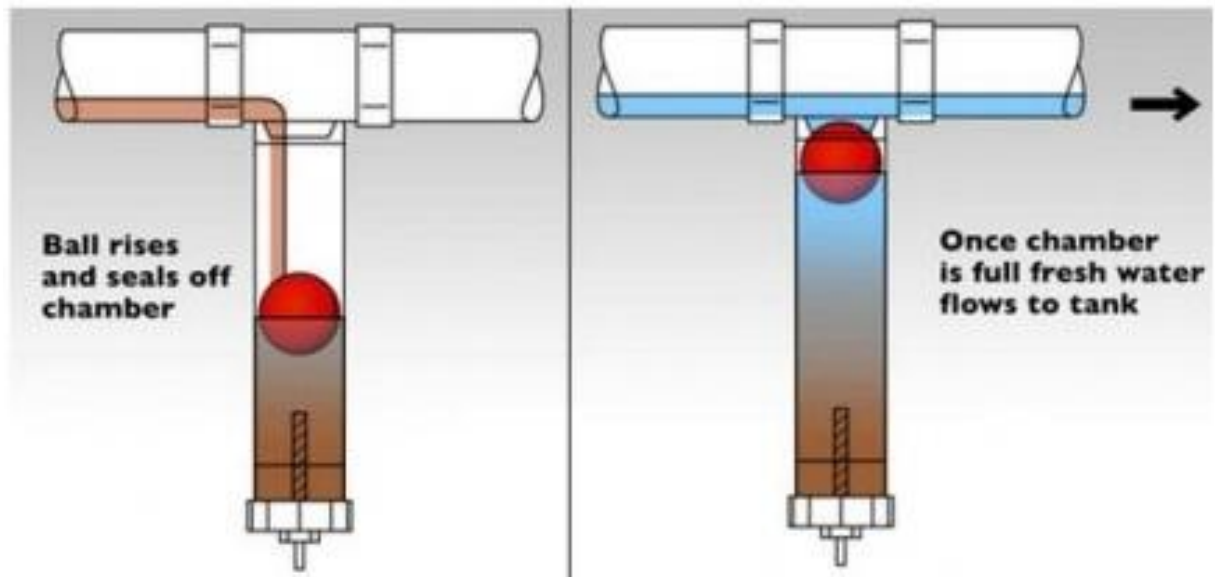
Conforme a ABNT NBR 10.844:1989 devem ser previstas inspeções sempre que tiver conexões com outra tubulação, mudança de declividade, mudança de direção ou ainda a cada 20 metros de trecho durante o percurso. Para a ligação entre condutores verticais e horizontais, sempre utilizar a curva de raio longo, com inspeção ou caixa de areia, mesmo que o condutor esteja enterrado ou aparente. A declividade mínima dos condutores horizontais deve ser 0,5%.

3.11 ByPass

Conforme Tomaz (2003), a primeira água de chuva contém sujeiras que ficam depositadas no telhado (poeira, folhas, sujeira de animais, etc.) e podem ser removidas manualmente ou de maneira automática, através de dispositivos de autolimpeza.

A empresa Harvesting Brasil (2012), mostra o separador de fluxo, é um sistema que veda e desvia o fluxo de água limpa para o reservatório. Para esvaziar a câmara, o separador conta com uma válvula de descarte lento, após a chuva ela esvazia e reinicia automaticamente. A figura 05 demonstra esse procedimento.

Figura 05 - Separador de fluxo automático



Fonte: Harvesting Brasil, 2017

3.12 Peneira

Ainda de acordo com Tomaz (2003), com dimensões de 6mm a 13mm, as peneiras são usadas para remover materiais em suspensão.

3.13 Reservatório

De acordo com Tomaz (2003), os reservatórios podem ser apoiados, enterrados ou elevados. Quanto ao material, podem ser de concreto armado, alvenaria ou plásticos.

Segundo a ABNTNBR 15.527:2007, o volume dos reservatórios deve ser dimensionado com base nos critérios técnicos econômicos e ambientais. Além disso, a água de chuva reservada deve ser protegida da incidência direta da luz solar e do calor, bem como de animais que possam eventualmente adentrar o reservatório.

Ainda de acordo com a Norma citada, são estabelecidos seis métodos diferentes para a realização do cálculo de dimensionamento do reservatório de água pluvial. O projetista deve analisar qual é o melhor método para o projeto que esteja formulando. Os métodos são:

3.13.1 Método de Rippl

Para esse método pode-se usar as séries históricas mensais ou diárias, consiste em garantir o abastecimento constante de água nos períodos chuvosos e secos.

$$S_t = D_t - Q_t$$

$$Q_t = C \times \text{Precipitação da chuva} \times \text{área de captação}$$

$$V = \sum S_t \text{ somente para valores } S_t > 0$$

$$\text{Sendo que } \sum D_t < \sum Q_t$$

Onde:

S_t = é o volume de água no reservatório no tempo t;

Q_t = é o volume de chuva aproveitável no tempo t;

D_t = é a demanda ou consumo no tempo t;

V = é o volume do reservatório;

C = é o coeficiente de escoamento superficial.

3.13.2 Método da simulação

Para o seguinte método a evaporação da água deve ser levada em conta. Para um determinado mês, emprega a equação da continuidade a um reservatório finito.

$$S_t = Q_t + S(t - 1) - D_t$$

$$Q_t = C \times \text{precipitação da chuva} \times \text{área de captação}$$

$$\text{Sendo que } 0 \leq S_t \leq V$$

Onde:

S_t = é o volume de água no reservatório no tempo t ;

$S(t - 1)$ = é o volume de chuva aproveitável no tempo $t - 1$;

Q_t = é o volume de chuva no tempo t ;

D_t = é a demanda ou consumo no tempo t ;

V = é o volume do reservatório;

C = é o coeficiente de escoamento superficial.

Nota apontada pela norma: Para este método, devem ser feitas duas hipóteses, no início da contagem do tempo “ t ” o reservatório está cheio. Os dados históricos são representativos para as condições futuras.

3.13.3 Método Azevedo Neto

O volume de chuva é obtido pela seguinte equação:

$$V = 0,042 \times P \times A \times T$$

Onde:

P = é o valor numérico da precipitação média anual, expresso em milímetros;

T = é o valor numérico do número de meses de pouca chuva ou seca;

A = é o valor numérico da área de coleta em projeção, expresso em metros quadrados;

V = é o valor numérico do volume de água aproveitável e o volume de água do reservatório, expresso em litros.

3.13.4 Método prático alemão

Método empírico onde se torna o menor valor do volume do reservatório; adotando 6% do volume anual de consumo ou de precipitação aproveitável.

$$C = \text{mín}(V ; D) \times 0,06$$

Onde:

V = é o valor numérico do volume aproveitável de água de chuva anual, expresso em litros;

D = é o valor numérico da demanda anual da água não potável, expresso em litros;

Vadotado = é o valor numérico do volume de água do reservatório, expresso em litros.

3.13.5 Método prático inglês

O volume de chuva é obtido pela seguinte equação:

$$V = 0,05 \times P \times A$$

Onde:

P = é o valor numérico da precipitação média anual, expresso em milímetros;

A = é o valor numérico da área de coleta em projeção, expresso em metros quadrados;

V = é o valor numérico do volume de água aproveitável e o volume de água da cisterna, expresso em litros.

3.13.6 Método prático australiano

O volume da chuva é dado pela seguinte equação:

$$Q = A \times C \times (P - I)$$

Onde:

C = é o volume de escoamento superficial, geralmente 0,8;

P = é a precipitação média mensal;

I = é a interceptação da água que molha as superfícies e perdas por evaporação, geralmente 2mm;

A = é a área de coleta;

Q = é o volume mensal produzido pela chuva.

3.13.7 Confiança

A relação entre o número de meses que o reservatório não atendeu a demanda (nr) e o número total de meses é a definição de falha (P_r).

$$P_r = \frac{Nr}{N}$$

Onde:

P_r = é a falha;

N_r = é o número de meses em que o reservatório não atendeu a demanda;

N = é o número de meses considerado, geralmente 12 meses.

$$\text{Confiança} = (1 - P_r)$$

Recomenda-se que os valores estejam entre 90% e 99%.

3.14 Extravasor

O autor Tomaz (2003), também recomenda a instalação de um extravasor (ladrão) no reservatório de água pluvial. O extravasor deve possuir um dispositivo que impeça a entrada de pequenos animais.

3.15 Sistema Elevatório

Quando o reservatório se localiza na parte inferior da edificação faz-se necessário o uso de sistema elevatório. Através de bombeamento que a água chegará ao reservatório superior.

De acordo com Netto (1998), o conjunto de tubulações que tem a finalidade de transportar água ou outro fluido de pontos de cotas mais baixas, para outra mais alta, utilizando injeção de energia é chamado de sistema elevatório.

Conforme Roggia (2007), o dimensionamento do sistema elevatório é proposto pelos seguintes equações:

3.15.1 Determinação da vazão de recalque

$$Q_{Rec} = \frac{CD}{NF}$$

Onde:

Q_{Rec} = é a vazão de recalque, em metros cúbicos por hora;

NF= é o número de horas de funcionamento da bomba;

CD = é o consumo diário de água não potável, em metros cúbicos por dia.

3.15.2 Diâmetro de recalque e sucção

$$D_{Rec} = 1,3 \cdot (Q_{Rec}^{1/2}) \cdot (x^{1/4})$$

Onde:

D_{Rec} = diâmetro de recalque, em metros;

Q_{Rec} = vazão de recalque, em metros cúbicos por segundo;

x = número de horas de funcionamento sobre 24 horas diárias.

Para o diâmetro de sucção adota-se um valor imediatamente superior ao valor dimensionado para o recalque (ROGGIA, 2007).

3.15.3 Altura manométrica

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

Onde:

H_{man} = é a altura manométrica total, em metros;

$H_{man.rec}$ = é a altura manométrica de recalque, em metros;

$H_{man.suc}$ = é a altura manométrica de sucção, em metros.

Para obter $H_{man.rec}$:

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

Onde:

H_{rec} = é a diferença de altura entre a bomba e o ponto mais alto de recalque;

ΔH_{rec} = é a perda de carga no recalque.

O cálculo da perda de carga no recalque é dado pela equação:

$$\Delta H_{rec} = J_{rec} \times L_{Trec}$$

Onde:

J_{rec} = é a perda unitária no recalque;

L_{Trec} = é o comprimento real da tubulação de recalque mais os comprimentos equivalentes.

Sendo que a perda de carga unitária é obtida pela equação de Hazen - Williams:

$$J_{rec} = \left(\frac{10,641}{C^{1,85}} \right) \times \left(\frac{Q^{1,85}}{D_{rec}^{4,87}} \right)$$

Onde:

Q = é a vazão, em metros cúbicos por segundo;

C = é o coeficiente de Hazen (Quadro 09).

D_{rec} = é o diâmetro de recalque, em metros.

No quadro 09 estão os coeficientes de atrito (C) da fórmula de Hazen – Williams.

Quadro 09 - Coeficiente de Hazen

Material da Tubulação	C
Polietileno	150
PVC	145
Cimento – amianto	140
Alumínio com conexão rápida	130
Aço galvanizado (novos e usados)	125
Concreto (acabamento liso)	130
Concreto (acabamento comum)	120
Ferro fundido (novos)	130
Ferro fundido (15 anos de uso)	100

Fonte: Gomes, 1999 apud Freire, 2000.

Para calcular o comprimento da tubulação com as perdas de cargas equivalentes:

$$L_{Trec} = L_{equivalente} + L_{tubo}$$

Onde:

L_{Trec} = é o comprimento real da tubulação de recalque mais os comprimentos equivalentes.

$L_{equivalente}$ = é a somatória dos comprimentos equivalentes, valores em função da peça e tipo de material, (tabela em Anexo B);

L_{tubo} = é o comprimento da tubulação.

3.15.4 Potência da bomba

$$P = \frac{1000 \times Q_{rec} \times H_{man}}{75\eta}$$

Onde:

P = é a potência da bomba, em cavalos (CV);

η = é o rendimento da bomba.

Segundo Netto (1998), a potência requerida da bomba deve ser acrescida para que aja uma folga para os motores elétricos, como demonstrados na tabela 04:

Tabela 04 - Valores de acréscimos recomendados

50% para bombas até 2 HP
30% para bombas de 2 a 5 HP
20% para bombas de 5 a 10 HP
15% para bombas de 10 a 20 HP
10% para bombas de mais de 20 HP

Fonte: Netto, 1998

3.16 Rede de distribuição

De acordo com a norma ABNT NBR 5626:1998, o dimensionamento da rede de distribuição de água pluvial deve obedecer algumas exigências, como, velocidade máxima da água de 3 m/s, pressão mínima de 1 metro de coluna d'água e máxima de 40 metros de coluna d'água.

3.17 Abastecimento de água no município de Elói Mendes

A captação, reserva, distribuição e controle da qualidade de água no município de Elói Mendes é de responsabilidade do Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE). De acordo com o SAAE o valor da tarifa de água mínima é de R\$ 190,7387 no intervalo de 0 a 60 m³/mês de água para a classe industrial (Anexo C). No quadro 10 estão as tarifas para a água que excedem os 60 m³/mês.

Quadro 10 - Tarifas aplicadas às indústrias

Serviço	Classe	Faixa de consumo (m ³)	Tarifa aplicada R\$
			Água
Industrial	C	0 a 60	2,4404
		60 > x ≥ 75	2,4404
		75 > x ≥ 100	3,2671
		100 > x ≥ 200	3,3416
		>200	3,8599

Fonte: Adaptado do SAAE, 2017

3.18 Cálculo do tempo de retorno

Segundo De Oliveira (2008 apud COUTO, 2012), o tempo de retorno do investimento é calculado com relação entre o valor do investimento total e o lucro gerado pelo projeto, mensal.

Para obter o tempo de retorno do investimento da implantação do sistema de captação de água da chuva, é feita uma divisão simples. Divide-se o valor gasto na implantação pelo valor da economia mensal nas tarifas, o valor encontrado é dado em meses. Sendo assim:

$$\textit{Tempo de retorno (meses)} = \frac{\textit{custo total}}{\textit{economia mensal}}$$

Para obter o valor em anos basta dividir por o valor encontrado no tempo de retorno 12 meses.

$$\textit{Tempo de retorno (anos)} = \frac{\textit{tempo de retorno (meses)}}{12}$$

4 METODOLOGIA

Para a realização do presente trabalho, foram utilizados dados referentes ao município de Elói Mendes. A metodologia abrange as seguintes etapas: descrição da área de estudo, levantamento de dados do consumo da água na empresa, levantamento de dados pluviométricos do local de estudo, levantamento de dados dos componentes do sistema de captação de água da chuva existente na indústria, levantamento das tarifas aplicadas de acordo com a classe de consumo.

4.1 Informações a respeito da empresa

Segundo informações da gerente de produção e de funcionários ligados a empresa, fundada em 1980, a indústria Lojas Edmil situa-se na cidade de Elói Mendes no estado de Minas Gerais. Em 2006 a empresa foi desmembrada em duas, dando origem a empresa Formato Estofados que assumiu a atividade industrial e as Lojas Edmil S.A. com a atividade de comércio. A Formato Estofados industrializa móveis e estofados, possui um total de 146 colaboradores distribuídos em galpões separados, já a Edmil S.A. conta com 70 colaboradores, totalizando 216 colaboradores. Os galpões contam com uma cobertura composta por telhas metálicas, como demonstra a figura 06.

Figura 06 - Vista aérea da empresa



Fonte: Google Maps 2017

5 RESULTADOS

5.1 Caracterização da área de estudo

A figura 07 mostra a delimitação da área que compõe as duas partes da empresa. A Formato Estofados está distribuída em quatro galpões (galpão 1, 2, 3 e 4), sendo que os galpões 1 e 2 estão em um quadra separada dos galpões 3 e 4. A Edmil S.A. é delimitada pelos três prédios administrativos em amarelo e fica na mesma quadra dos galpões 3 e 4.

Figura 07 - Delimitação da área em estudo



Fonte: Google Maps 2017

5.2 Possíveis locais para aproveitamento da água de chuva

Em virtude do seu padrão de qualidade, a água da chuva captada pode ser aproveitada para usos em bacias sanitárias, lavagem de piso, rega de jardim e cabines de pintura.

Os pontos de consumo de água não potável nessa indústria são: 44 bacias sanitárias com válvula de descarga e limpeza dos pisos da indústria.

5.3 Dados pluviométricos

Para realizar a análise dos dados pluviométricos, foi realizado um levantamento da série histórica de chuvas de um período de 30 anos, de 1980 a 2010 (Anexo D). A estação utilizada para consulta foi a PORTO DOS BUENOS, sua operadora responsável é a ANA (Agência Nacional de Águas). O código 02145023 refere-se à estação estudada, localizada na cidade de Elói Mendes no estado de Minas Gerais, conforme figura 08.

Figura 08 - Dados da Estação



PORTO DOS BUENOS
Código Estação Pluviométrica: 02145023
Nome da Estação: PORTO DOS BUENOS
Entidade Responsável: ANA
Entidade Operadora: FURNAS
Unidade da Federação: MINAS GERAIS
Município: ELÓI MENDES
Bacia Hidrográfica: RIO PARANÁ
Bacia DENAEE: RIO GRANDE
Área de Drenagem (Km²): 0
Tipo de Coleta: CONVENCIONAL
Última Atualização: 01/09/2014
Em Operação: Não
Latitude: -21.6106
Longitude: -45.4894

Fonte: Hidroweb, 2017

5.4 Precipitações médias

No quadro 11, estão os dados pluviométricos coletados das precipitações médias entre os anos 1980 e 2010.

Quadro 11 - Precipitações Médias entre os anos de 1980 e 2010

Precipitações Médias entre 1980 e 2010			
Mês	Precipitações (mm)	Mês	Precipitações (mm)
Janeiro	266,8	Julho	16,98
Fevereiro	169,3	Agosto	16,09
Março	173,5	Setembro	74,65
Abril	70,0	Outubro	106,65
Maio	54,0	Novembro	160,47
Junho	30,37	Dezembro	255,11

Fonte: Adaptado de ANA, 2017

Conforme apresentado no quadro 11, observa-se que as maiores precipitações são entre os meses de outubro a março, tendo redução entre os meses de abril a setembro.

5.5 Demanda de água total na empresa

A empresa conta com cinco hidrômetros nos galpões em estudo, sendo dois no galpão 1 e 2, e três no galpão 3 e 4. Ao levantar os dados da conta de água da empresa, não foi possível identificar o consumo correto de demanda, pois na planilha constavam os valores de vários imóveis espalhados pela cidade de propriedade dos donos da empresa. O levantamento de consumo foi realizado por meio de acompanhamento diário dos hidrômetros, durante 30 dias, com os valores de consumo (Apêndice A), por meio desses valores será calculado o consumo médio por usuário de acordo com o método do indicador de consumo.

5.6 Consumo médio por usuário

O consumo médio por usuário foi calculado pelo método do Indicador de Consumo, (IC), conforme a equação descrita no item 3.6., foi encontrado um valor de 41,67 litros/agente consumidor/dia.

5.7 Demanda de água não potável

A água de chuva será destinada para abastecer as bacias sanitárias e para a limpeza de pisos dos treze banheiros dos galpões, que possuem 216 funcionários trabalhando 22 dias por mês.

De acordo com as bacias sanitárias existente no local de estudo, do fabricante DECA, a vazão por fluxo é de 6 litros. Foi realizada uma entrevista com alguns colaboradores da

empresa a respeito da frequência de utilização da bacia sanitária (Apêndice B), chegando a uma média de cinco vezes ao dia. Esses valores estão dentro dos citados no quadro 03 do item 3.7.

Assim, foi encontrada uma demanda para cada área onde se encontram os galpões e prédios administrativos, como mostra a tabela 05.

Tabela05 -Demandas das bacias sanitárias

DESCRIÇÃO DO LOCAL	DEMANDA DE ÁGUA (m ³)
Galpões 1 e 2	46,20
Galpões 3, 4 e prédios administrativos	96,36

Fonte: O autor

Para limpeza do piso dos 13 banheiros foi constatado por meio de conversa com os funcionários da parte da limpeza, que os pisos dos banheiros são lavados uma vez por dia, todos os dias da semana, totalizando 22 dias por mês. As áreas foram divididas de acordo com a localização dos galpões e prédios administrativos, a tabela 06 mostra os valores de demanda:

Tabela 06 - Demandas dos pisos

DESCRIÇÃO DO LOCAL	ÁREA DE PISOS DOS BANHEIROS (m ²)	DEMANDA DE ÁGUA (m ³)
Galpões 1 e 2	46,57	2,05
Galpões 3, 4 e blocos administrativos	154,82	6,81

Fonte: O autor

5.8 Área de cobertura contribuinte

O valor do coeficiente de Runoff adotado de acordo com o material do telhado metálico (conforme figura 09) foi 0,90, o rendimento do dispositivo de carga de lavagem do sistema igual a 0,90 conforme descrito no item 3.9, assim o valor de “C” é igual a 0,81.

Figura 09 - Cobertura do galpão em material metálico



Fonte: O autor

Para cálculo do reservatório de água de chuva uma das variáveis necessária é o tamanho da área de captação, que é diferente da área de contribuição. Com auxílio do software AutoCAD 2014 foram levantados os dados das áreas de telhado dos galpões em estudo, como mostra a tabela 07:

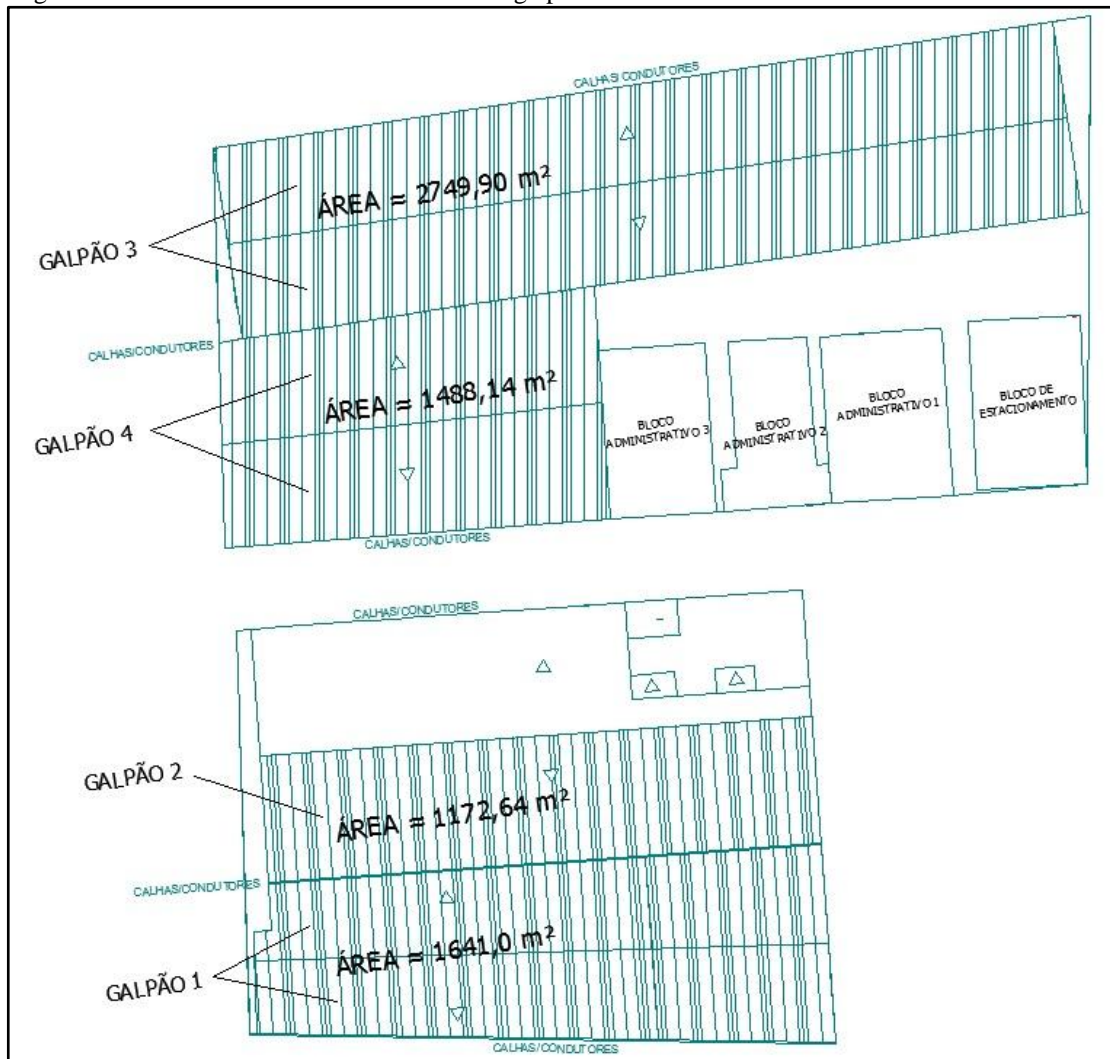
Tabela 07 - Área de telhado

Galpão	Área de telhado utilizada (m ²)
1	1641,0
2	1172,64
3	2749,90
4	1488,14

Fonte: O autor

A figura 10 apresenta as áreas de contribuição de acordo com os galpões em estudo.

Figura 10 - Área de cobertura contribuinte dos galpões em estudo

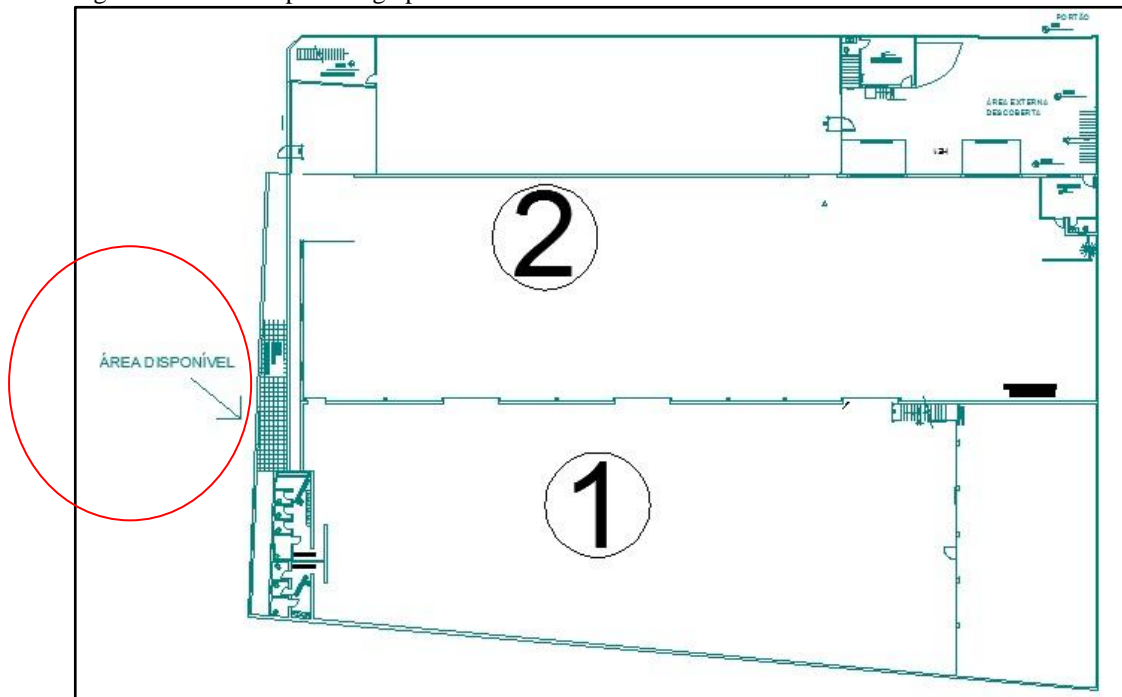


Fonte: O autor

5.9 Análise do suprimento da demanda

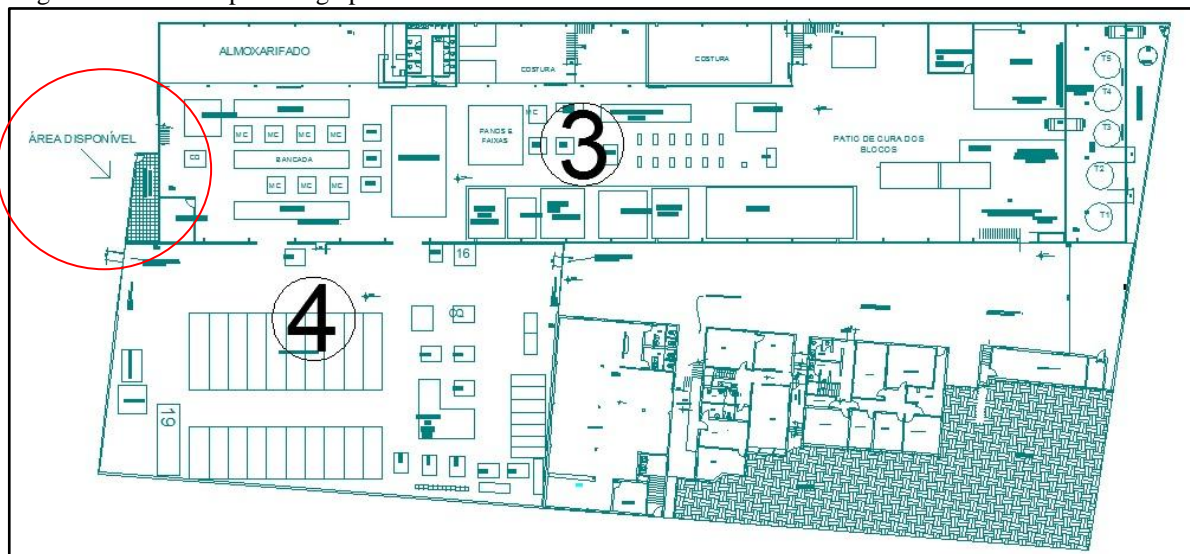
Em visitas feitas ao local e conversas com o encarregado do setor de manutenção, foram identificados os possíveis lugares para a instalação do reservatório. Assim o reservatório deve-se enquadrar na área disponível, que é de 20 m² para o galpão 1 e 2 são de 28 m² para o galpão 3 e 4, como demonstram as figuras 11 e 12.

Figura 11 - Área disponível galpão 1 e 2



Fonte: O autor

Figura 12 - Área disponível galpão 3 e 4



Fonte: O autor

Para a análise do suprimento da água potável pela água da chuva, foram utilizados dois métodos de cálculo de reservatório, método de Rippl e método da simulação.

Para o galpão 1 e 2 foi realizado o cálculo para encontrar o volume do reservatório, primeiro pelo método de Rippl, e após foi utilizado o método da simulação, conforme quadros 12 e 13.

Quadro 12 - Cálculo do reservatório método de Rippl para o galpão 1 e 2

1	2	3	4	5	6	7	8
Meses	Chuva Média Mensal (mm)	Demanda Mensal (m ³)	Área de Captação (m ²)	Volume de Chuva Mensal C=0,81 (m ³)	Diferença entre os Volumes da Demanda e de Chuva (m ³)	Diferença Acumulada da Coluna 6 dos Valores Positivos (m ³)	Obs.
Janeiro	266,8	48,25	2813,65	608,05	-559,80		
Fevereiro	169,3	48,25	2813,65	385,84	-337,59		
Março	173,5	48,25	2813,65	395,42	-347,17		
Abril	70,0	48,25	2813,65	159,53	-111,28		
Mai	54,0	48,25	2813,65	123,07	-74,82		
Junho	30,37	48,25	2813,65	69,21	-20,96		
Julho	16,98	48,25	2813,65	38,70	9,55	9,55	
Agosto	16,09	48,25	2813,65	36,67	11,58	21,13	
Setembro	74,65	48,25	2813,65	170,13	-121,88		
Outubro	106,65	48,25	2813,65	243,06	-194,81		
Novembro	160,47	48,25	2813,65	365,72	-317,47		
Dezembro	255,11	48,25	2813,65	581,41	-533,16		
TOTAL	1393,92	579,0					

Fonte: O autor

Quadro 13 - Cálculo de reservatório pelo método da simulação para galpão 1 e 2

Meses	Precip. Mensal	Dem. Mensal	Área de Captação	Vol. de Chuva Mensal	Vol. do reserv. fixado	Vol. do reserv. no tempo (t-1)	Vol. do reserv. no tempo (t)	Overflow	Sup. de água externo
	(mm)	(m ³)	(m ²)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)
Col. 1	Col. 2	Col. 3	Col. 4	Col. 5	Col. 6	Col. 7	Col. 8	Col. 9	Col. 10
Jan	266,8	48,25	2813,65	608,05	25	0	25	534,80	0
Fev	169,3	48,25	2813,65	385,84	25	25	25	337,59	0
Mar	173,5	48,25	2813,65	395,42	25	25	25	347,17	0
Abr	70,0	48,25	2813,65	159,53	25	25	25	111,28	0
Mai	54,0	48,25	2813,65	123,07	25	25	25	74,82	0
Jun	30,37	48,25	2813,65	69,21	25	25	25	20,96	0
Jul	16,98	48,25	2813,65	38,70	25	25	15	0	0
Ago	16,09	48,25	2813,65	36,67	25	15	4	0	0
Set	74,65	48,25	2813,65	170,13	25	4	4	100,75	0
Out	106,65	48,25	2813,65	243,06	25	4	4	173,68	0
Nov	160,47	48,25	2813,65	365,72	25	4	4	296,34	0
Dez	255,11	48,25	2813,65	581,41	25	4	4	512,03	0
Total	1393,92	579,0		3176,82				2509,43	0

Fonte: O autor

De acordo com os quadros 12 e 13, o volume do reservatório será de 25 m³ de água.

Utilizando o método de Rippl para o cálculo do reservatório, tomando como base a área de contribuição total dos galpões 3 e 4, foi encontrado um volume de reservatório, demonstrado no quadro 14.

Quadro 14 - Reservatório método de Rippl

1	2	3	4	5	6	7	8
Meses	Chuva Média Mensal (mm)	Demanda Mensal (m ³)	Área de Captação (m ²)	Volume de Chuva Mensal C=0,81 (m ³)	Diferença entre os Volumes da Demanda e de Chuva (m ³)	Diferença Acumulada da Coluna 6 dos Valores Positivos (m ³)	Obs.
Janeiro	266,8	103,17	4238,04	915,87	-812,70		
Fevereiro	169,3	103,17	4238,04	581,18	-478,00		
Março	173,5	103,17	4238,04	595,59	-492,42		
Abril	70,0	103,17	4238,04	240,30	-137,12		
Mai	54,0	103,17	4238,04	185,37	-82,20		
Junho	30,37	103,17	4238,04	104,25	-1,08		
Julho	16,98	103,17	4238,04	58,29	44,88	44,88	
Agosto	16,09	103,17	4238,04	55,23	47,94	92,82	
Setembro	74,65	103,17	4238,04	256,26	-153,09		
Outubro	106,65	103,17	4238,04	366,11	-262,94		
Novembro	160,47	103,17	4238,04	550,86	-447,69		
Dezembro	255,11	103,17	4238,04	875,74	-772,57		
TOTAL	1393,92	1238,06					

Fonte: O autor

Conforme mostrado no quadro 14, para suprir a demanda das bacias sanitárias e dos pisos dos banheiros dos galpões 3 e 4 e também para os blocos administrativos, seria necessário um reservatório de 92,82 m³, ficando impossível a instalação do mesmo na indústria pela falta de espaço. Sendo assim, foi necessário reavaliar os pontos de consumo que serão abastecidos pela água de chuva captada.

Retirando o suprimento de água da chuva para a limpeza dos pisos de banheiros, e deixando somente para suprimento das bacias sanitárias, foi recalculado um novo reservatório, apresentado no quadro 15.

Quadro 15 - Reservatório método de Rippl somente para bacias sanitárias

1	2	3	4	5	6	7	8
Meses	Chuva Média Mensal (mm)	Demanda Mensal (m ³)	Área de Captação (m ²)	Volume de Chuva Mensal C=0,81 (m ³)	Diferença entre os Volumes da Demanda e de Chuva (m ³)	Diferença Acumulada da Coluna 6 dos Valores Positivos (m ³)	Obs.
Janeiro	266,8	96,36	4238,04	915,87	-819,51		
Fevereiro	169,3	96,36	4238,04	581,18	-484,82		
Março	173,5	96,36	4238,04	595,59	-499,23		
Abril	70,0	96,36	4238,04	240,30	-143,94		
Mai	54,0	96,36	4238,04	185,37	-89,01		
Junho	30,37	96,36	4238,04	104,25	-7,89		
Julho	16,98	96,36	4238,04	58,29	38,07	38,07	
Agosto	16,09	96,36	4238,04	55,23	41,13	79,20	
Setembro	74,65	96,36	4238,04	256,26	-159,90		
Outubro	106,65	96,36	4238,04	366,11	-269,75		
Novembro	160,47	96,36	4238,04	550,86	-454,50		
Dezembro	255,11	96,36	4238,04	875,74	-779,38		
TOTAL	1393,92	1156,32					

Fonte: O autor

De acordo com quadro 15, seria necessário um reservatório de 79,20 m³, ainda sendo impossível a instalação. Portanto, é necessário uma nova avaliação dos pontos de consumo.

Adotando a demanda somente para os galpões 3 e 4, destinando a água captada para as bacias sanitárias, foi preciso uma nova avaliação mais detalhada de dados desses galpões, totalizando uma demanda de água de 34,98 m³, como mostra os quadro 16.

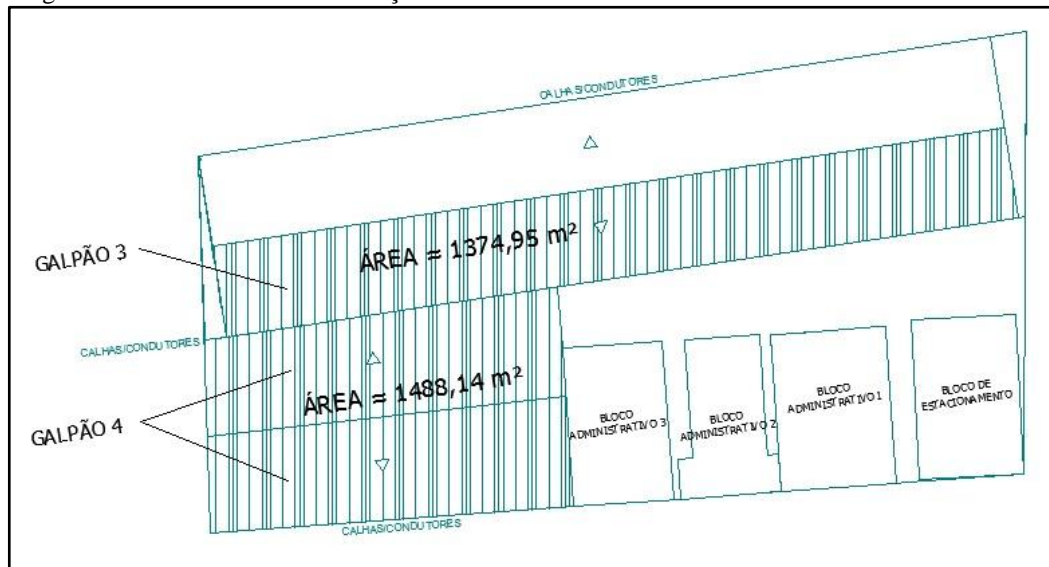
Quadro 16 - Demanda de água das bacias sanitárias

Descrição	Funcionários	Litros	Frequencia	Dias	Demanda
Galpão 3 e 4	53	6	5	22	34,98

Fonte: O autor

A área total de contribuição adotada anteriormente foi reduzida, adotando somente uma água do galpão 3, além das duas águas do galpão 4, uma vez que o volume do reservatório diminuirá consideravelmente, não seria necessário ter uma grande área de captação.

Figura 13 - Nova área de contribuição



Fonte: O autor

Conseqüentemente foi analisado um novo volume de reservatório pelo método de Rippl, apresentado no quadro 17.

Quadro 17- Novo cálculo do reservatório pelo método de Rippl

1	2	3	4	5	6	7	8
Meses	Chuva Média Mensal (mm)	Demanda Mensal (m³)	Área de Captação (m²)	Volume de Chuva Mensal C=0,81 (m³)	Diferença entre os Volumes da Demanda e de Chuva (m³)	Diferença Acumulada da Coluna 6 dos Valores Positivos (m³)	Obs.
Janeiro	266,8	34,98	2863,00	618,72	-578,88		
Fevereiro	169,3	34,98	2863,00	392,61	-352,77		
Março	173,5	34,98	2863,00	402,35	-362,51		
Abril	70,0	34,98	2863,00	162,33	-122,49		
Mai	54,0	34,98	2863,00	125,23	-85,39		
Junho	30,37	34,98	2863,00	70,43	-30,59		
Julho	16,98	34,98	2863,00	34,52	0,46	0,46	
Agosto	16,09	34,98	2863,00	32,46	2,52	2,99	
Setembro	74,65	34,98	2863,00	173,12	-133,28		
Outubro	106,65	34,98	2863,00	247,32	-207,49		
Novembro	160,47	34,98	2863,00	372,13	-332,30		
Dezembro	255,11	34,98	2863,00	591,61	-551,77		
TOTAL	1393,92	419,76					

Fonte: O autor

Analisando o quadro 17, observa-se que o reservatório agora terá um volume de 2,99 m³. Para verificação, foi utilizado ainda o método da simulação para cálculo do volume do reservatório, conforme quadro 18.

Quadro 18 - Reservatório pelo método da simulação

Meses	Precip. Mensal	Dem. Mensal	Área de Captação	Vol. de Chuva Mensal	Vol. do reserv. fixado	Vol. do reserv.n o tempo (t-1)	Vol. do reserv.n o tempo (t)	Overflow	Sup. de água externo
	(mm)	(m ³)	(m ²)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)
Col. 1	Col. 2	Col. 3	Col. 4	Col. 5	Col. 6	Col. 7	Col. 8	Col.9	Col. 10
Jan	266,8	34,98	2863	618,72	5	0	5	573,88	0
Fev	169,3	34,98	2863	392,61	5	5	5	354,77	0
Mar	173,5	34,98	2863	402,35	5	5	5	362,51	0
Abr	70,0	34,98	2863	162,33	5	5	5	122,49	0
Mai	54,0	34,98	2863	125,23	5	5	5	85,39	0
Jun	30,37	34,98	2863	70,43	5	5	5	30,59	0
Jul	16,98	34,98	2863	34,52	5	5	5	0	0
Ago	16,09	34,98	2863	32,46	5	5	2	0	0
Set	74,65	34,98	2863	173,12	5	2	2	130,29	0
Out	106,65	34,98	2863	247,32	5	2	2	204,50	0
Nov	160,47	34,98	2863	372,13	5	2	2	329,31	0
Dez	255,11	34,98	2863	591,61	5	2	2	548,78	0
Total	1393,9	419,76		3232,54				2740,53	0

Fonte: O autor

Conforme o quadro 18, o volume do reservatório inferior será de 5 m³, não gerando nenhum suprimento de água potável fornecida pela concessionária.

5.10 Verificação do dimensionamento das calhas

Executando as divisões das áreas de contribuição existentes dos galpões, é possível analisar que as calhas existentes conseguem suportar uma vazão de 8.914,19 litros/minutos, sendo assim, elas atendem as vazões com as quais são solicitadas, como demonstra o quadro 19 e 20.

Quadro 19 - Características das calhas galpão 1 e 2

Galpão	Calhas	Metros	Área contribuição (m ²)	Volume (litros/min)
1	1	10,0	124,25	405,88
	2	10,0	124,25	405,88
	3	10,0	120,25	392,82
	4	10,0	114,35	373,54
	5	10,0	110,25	360,15
	6	10,0	105,75	345,45
	7	12,7	101,25	330,75
	8	10,0	105,75	345,45
	9	10,0	109,25	356,88
	10	10,0	114,65	374,52
	11	10,0	121,25	396,08
	12	10,0	124,25	405,88
	13	10,0	124,20	405,70
	14	12,3	124,30	406,05
2	15	10,0	168,00	548,80
	16	10,0	168,00	548,80
	17	10,0	168,00	548,80
	18	10,0	168,00	548,80
	19	10,0	168,00	548,80
	20	10,0	168,00	548,80
	21	9,8	164,50	537,82
	Total	214,79	2813,65	9191,22

Fonte: O autor

Quadro 20 - Características das calhas galpão 3 e 4

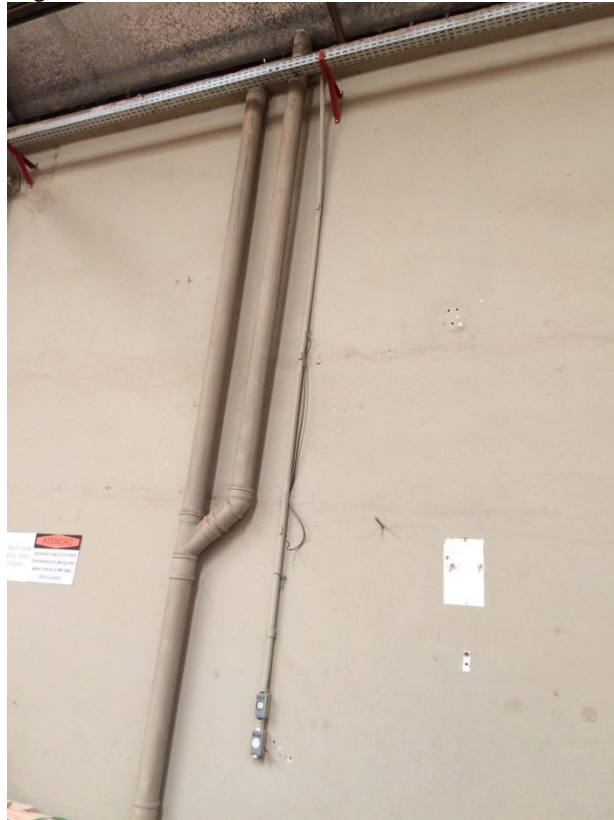
Galpão	Calhas	Metros	Área contribuição (m ²)	Volume (litros/min)
3	1	10,0	128,50	419,77
	2	10,0	128,50	419,77
	3	10,0	128,50	419,77
	4	10,0	128,50	419,77
	5	10,0	128,50	419,77
	6	10,0	128,50	419,77
	7	10,0	128,50	419,77
	8	10,0	128,50	419,77
	9	10,0	128,50	419,77
	10	10,0	128,50	419,77
	11	7,0	89,95	293,84
4	12	10,0	154,50	504,70
	13	10,0	152,50	498,17
	14	10,0	147,40	481,51
	15	10,0	145,50	475,30
	16	10,0	144,50	472,03
	17	8,95	143,70	469,42
	18	9,40	145,50	475,30
	19	10,0	147,40	481,51
	20	10,0	152,50	498,17
	21	10,0	154,50	504,70
	Total	205,35	2863,05	9352,30

Fonte: O autor

5.11 Verificação do dimensionamento dos condutores verticais existentes

Os galpões 1 e 2 possuem condutores verticais com diâmetro de 100 mm, eles são interligados. Após a interligação o trecho continua com os mesmos 100 mm de diâmetro, como apresenta a figura 14.

Figura 14 - Condutores verticais existentes



Fonte: O Autor

Considerando para verificação, um percentual de 25% para RS, foi possível calcular que a vazão máxima que o condutor pode transportar é de 406,12 litros por minuto.

Para os galpões 1 e 2, os quadros 21 e 22 evidenciam que o diâmetro dos condutores são suficiente para atender a vazão de água da chuva vindo das calhas, porém, após a interligação de um condutor vertical a outro, o diâmetro existente já não atende mais, como demonstra o quadro 23.

Quadro 21 -Vazão máxima nos condutores verticais Galpão 1

Condutor vertical	Calhas	Volume suportado (L/min)	Volume vindo da calha (L/min)
1	1	406,12	405,88
2	2	406,12	405,88
3	3	406,12	392,82
4	4	406,12	373,54
5	5	406,12	360,15
6	6	406,12	345,45
7	7	406,12	330,75
8	8	406,12	345,45
9	9	406,12	356,88
10	10	406,12	374,52
11	11	406,12	396,08
12	12	406,12	405,88
13	13	406,12	405,70
14	14	406,12	406,05

Fonte: O autor

Quadro 22 -Vazão máxima nos condutores verticais Galpão 2

Condutor vertical	Calhas	Volume suportado (L/min)	Volume vindo da calha (L/min)
15	15	406,12	548,80
16	16	406,12	548,80
17	17	406,12	548,80
18	18	406,12	548,80
19	19	406,12	548,80
20	20	406,12	548,80
21	21	406,12	548,80

Fonte: O autor

Quadro 23 -Condutores verticais trecho interligado Galpão 1 e 2

Condutor vertical	Calhas	Volume suportado (L/min)	Volume vindo da calha (L/min)
8	14 e 15	406,12	948,08
9	13 e 16	406,12	964,48
10	12 e 17	406,12	954,68
11	11 e 18	406,12	944,88
12	10 e 19	406,12	923,32
13	9 e 20	406,12	905,68
14	8 e 21	406,12	883,27

Fonte: O autor

Como o condutor não atendeu a vazão, foi calculado um condutor com 150mm de diâmetro para esse trecho, apresentado no quadro 24:

Quadro 24 -Condutores vertical diâmetro de 150mm

Condutor vertical	Calhas	Volume suportado (L/min)	Volume vindo da calha (L/min)
8	14 e 15	1197,38	948,08
9	13 e 16	1197,38	964,48
10	12 e 17	1197,38	954,68
11	11 e 18	1197,38	944,88
12	10 e 19	1197,38	923,32
13	9 e 20	1197,38	905,68
14	8 e 21	1197,38	883,27

Fonte: O autor

Para os galpões 3 e 4, os quadros 25 e 26 mostram que a vazão é atendida pelo diâmetro de 150mm existente, pois a maior vazão que o condutor pode receber é 1197,38 litros/minuto.

Quadro 25 -Vazão máxima nos condutores verticais Galpão 3

Condutor vertical	Calhas	Volume suportado (L/min)	Volume vindo da calha (L/min)
1	1	1197,38	419,77
2	2	1197,38	419,77
3	3	1197,38	419,77
4	4	1197,38	419,77
5	5	1197,38	419,77
6	6	1197,38	419,77
7	7	1197,38	419,77
8	8	1197,38	419,77
9	9	1197,38	419,77
10	10	1197,38	419,77
11	11	1197,38	293,84

Fonte: O autor

Quadro 26 - Vazão máxima nos condutores verticais Galpão 4

Condutor vertical	Calhas	Volume suportado (L/min)	Volume vindo da calha (L/min)
12	12	1197,38	504,70
13	13	1197,38	498,17
14	14	1197,38	481,51
15	15	1197,38	475,30
16	16	1197,38	472,03
17	17	1197,38	469,42
18	18	1197,38	475,30
19	19	1197,38	481,51
20	20	1197,38	498,17
21	21	1197,38	504,70

Fonte: O autor

5.12 Verificação e dimensionamento dos condutores horizontais

Como não foi possível identificar quais diâmetros possuíam os condutores horizontais 1 ao 14 do galpão 1 e 2, estes foram dimensionados, como apresentado no quadro 27.

Quadro 27 - Condutores horizontais galpão 1 e 2

CH	Contribuição	Volume (L/min)	Diâmetro (mm)	Declividade (%)
1	CV1	422,22	125	1
2	CH1 e CV2	828,10	150	1
3	CH2 e CV3	1220,92	200	1
4	CH3 e CV4	1549,46	200	1
5	CH4 e CV5	1954,61	250	1
6	CH5 e CV6	2300,06	250	1
7	CH6 e CV7	2630,81	250	1
8	CH8 e CV15	984,08	200	1
9	CH8, CV9 e CV16	1948,57	250	1
10	CH9, CV10 e CV17	2903,25	250	1
11	CH10, CV11 e CV18	3848,13	300	1
12	CH11, CV12 e CV19	4771,46	300	1
13	CH12, CV13 e CV20	5677,14	300	2
14	CH7, CH13, CV14 e CV21	8307,95	300	4

Fonte: O autor

No galpão 3 e 4 os condutores horizontais existentes estavam visíveis, eles possuem diâmetro que variam entre 150 a 300 milímetros e, atendem a vazão necessária, como mostra a verificação no quadro 28.

Quadro 28 - Condutores horizontais galpão 3 e 4

CH	Contribuição	Volume (L/min)	Diâmetro (mm)	Declividade (%)
1	CV1	419,27	125	1
2	CH1 e CV2	839,53	150	1
3	CH2 e CV3	1259,30	200	1
4	CH3 e CV4	1679,07	200	1
5	CH4 e CV5	2098,83	250	1
6	CH5 e CV6	2518,60	250	1
7	CH6 e CV7	2938,37	250	1
8	CH7 e CV8	3358,13	300	1
9	CH8 e CV9	3777,90	300	1
10	CH9 e CV10	4197,67	300	1
11	CH10, CH15, CV11 e CV16	6629,37	300	2
12	CV12	798,54	150	1
13	CH12 e CV13	1002,87	200	1
14	CH13 e CV14	1484,37	200	1
15	CH14 e CV15	1959,67	250	1
16	CV21	504,70	125	1
17	CH16 e CV20	1002,87	200	1
18	CH17 e CV19	1484,37	200	1
19	CH18 e CV18	1959,67	250	1
20	CH19 e CV17	2429,09	250	1
21	CH20 e CH11	9058,47	300	4

Fonte: O autor

Somente os trechos dos condutores horizontais 11 e 21 precisaram ser adaptados, para que a água fosse destinada ao reservatório inferior.

5.13 Sistema elevatório

Com uma demanda mensal de 48,25 m³ de água pluvial, o galpão 1 e 2 possuem demanda diária de 2,193 m³ em cada um dos 22 dias trabalhados por mês. Nos galpões 3 e 4 essa demanda diária é de 1,818 m³, assim, foi calculado um sistema de bombeamento do reservatório inferior para um reservatório superior de 3 m³ e 2 m² respectivamente, para os galpões citados.

Foram estabelecidas 3 horas diárias para o funcionamento da bomba e tubulação em PVC. Resultados apresentados no quadro 29.

Quadro 29 - Resultados para escolha da potência da bomba

	Galpão 1 e 2	Galpão 3 e 4
Q (m ³ /s)	0,0002	0,0002
Func. Motobomba (horas)	3	3
Rendimento	0,70	0,70
C de Hazen-Williams	145	145
Comp. Tub. Sucção (m)	6,97	0,50
Comp. Equiv. Sucção (m)	12,10	0,10
Altura Man. Sucção (m)	5,50	0,03
Comp. Tub. Recalque (m)	8,56	52,00
Comp. Equiv. Recalque (m)	4,90	8,10
Altura Man. Recalque (m)	10,13	4,51
Altura Man. Total (m)	15,63	4,54
Potência (CV)	0,06	0,02
Potência (CV) + 50%	0,09	0,03

Fonte: O Autor

Com uma segurança de 50%, a potência da bomba é de 0,09CV para o galpão 1 e 2, e 0,03CV para o galpão 3 e 4.. Comercialmente essa potência não existe. Segundo o catálogo da empresa Schneider, a motobomba que atenderá esse projeto é o modelo Motobomba Centrífuga Monoestágio BCR-2000 1/4CV.

5.14 Rede de distribuição

Os quadros 30 e 31 apresentam os dados para a rede de distribuição do ponto mais desfavorável, respeitando as diretrizes impostas pela norma ABNT NBR 5626:1998 quanto à velocidade e pressão mínima e máxima para os trechos.

Quadro 30 - Cálculo de Pressão – Rede de água fria Galpão 1 e 2

Trecho	Pesos	Vazão (l/s)	Ø (mm) tabela	Ø (mm) utiliz.	J (m/m)	Vel. (m/s)	Comprimento (m)			Hf (m)	Pressão (mca)	
							Tubo	Equiv.	Total		M	J
1.1	224	4,49	50	60	0,04	1,59	1,90	1,50	3,40	0,13	0	1,75
1.2	224	4,49	50	60	0,04	1,59	0,50	0,60	1,10	0,05	1,71	1,66
1.3	192	4,16	50	50	0,08	2,12	0,11	2,30	2,41	0,21	1,66	1,45
1.4	160	3,79	50	50	0,08	1,93	1,08	2,30	3,38	0,26	1,45	1,19
1.5	128	3,39	50	50	0,06	1,73	1,92	2,30	4,22	0,26	1,19	0,92
1.6	64	2,40	40	50	0,03	1,22	1,62	4,60	6,22	0,21	0,92	0,71
1.7	32	1,70	30	40	0,05	1,35	1,48	0,60	2,08	0,11	0,71	0,60
1.8	32	1,70	30	40	0,05	1,35	1,32	0,60	1,92	0,10	0,60	0,50
1.9	32	1,70	30	40	0,05	1,35	1,90	0,60	2,50	0,13	0,50	2,26

Fonte: O Autor

Quadro 31 - Cálculo de Pressão – Rede de água fria Galpão 3 e 4

Trecho	Pesos	Vazão (l/s)	Ø (mm) tabela	Ø (mm) utiliz.	J (m/m)	Vel. (m/s)	Comprimento (m)			Hf (m)	Pressão (mca)	
							Tubo	Equiv.	Total		M	J
1.1	192	4,16	50	50	0,08	2,12	1,70	1,50	3,20	0,29	0	1,41
1.2	192	4,16	50	50	0,08	2,12	0,60	1,30	1,90	0,17	1,41	1,25
1.3	96	2,94	40	50	0,05	1,50	1,20	2,30	3,50	0,17	1,25	1,08
1.4	64	2,40	40	50	0,03	1,22	1,15	2,30	3,45	0,12	1,08	0,96
1.5	32	1,70	30	40	0,05	1,35	1,35	2,20	3,55	0,19	0,96	0,77
1.6	32	1,70	30	40	0,05	1,35	3,09	1,00	4,09	0,22	0,77	0,55
1.7	32	1,70	30	40	0,05	1,35	1,90	1,20	3,10	0,17	0,55	2,28

Fonte: O Autor

5.15 Orçamento

Segundo informações do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) tomando como referência o mês de Junho de 2017, e também a tabela da SETOP de Junho de 2017, foi possível fazer um breve levantamento de custos por etapa para implantação do projeto, somente os reservatórios de 3.000, 5.000 e 25.000 litros tiveram os valores pesquisados no mercado (Apêndice D). Posteriormente, chegou-se a um valor total aproximado de R\$ 43.909,05, como mostra a tabela 08.

Tabela 08 - Valor total de orçamento

Descrição	Total (R\$)
Rede de distribuição galpão 1 e 2	2.822,38
Rede de distribuição galpão 3 e 4	2.278,53
Sistema elevatório galpão 1 e 2	15.525,29
Sistema elevatório galpão 3 e 4	2.328,96
Condutores verticais e horizontais galpão 1 e 2	18.057,2
Condutores verticais e horizontais galpão 3 e 4	2.896,69
Total	43.909,05

Fonte: O autor

5.16 Economia com a substituição da água potável

De acordo com a tabela 04 do item 5.3 o consumo mensal de água em média é de 198,00 m³. A parte não potável que foi substituída equivale a 83,23 m³ de toda a água

consumida por mês, ou seja, 42,04% de toda a água utilizada na indústria foi substituída pela água de chuva, gerando uma economia para a empresa.

Aplicando as tarifas cobradas pelo SAAE às indústrias, quadro 10 do item 3.17, foi possível estimar que a economia gerada pela substituição da água potável pela água de chuva foi de aproximadamente R\$ 278,12 mensal.

5.17 Tempo de retorno do investimento

Com o valor da economia mensal encontrado, de R\$ 278,12, foi possível chegar a um tempo de retorno do investimento de aproximadamente 13 anos.

6 CONCLUSÃO

A água esta cada vez mais escassa, e é fundamental para qualquer tipo de vida. Com o desenvolvimento do trabalho nota-se a importância da água para a sociedade é de suma importância refletir e tomar iniciativas para que haja um maior racionamento desse bem tão importante.

Visando um desenvolvimento sustentável, o aproveitamento da água de chuva é muito interessante. A população mundial cresce com o passar dos anos, enquanto isso a disponibilidade hídrica permanece a mesma, causando assim um desequilíbrio. Ainda que o Brasil tenha uma grande disponibilidade de recursos hídricos, observam-se muitos problemas de falta de água pelo país. O aproveitamento da água de chuva é uma possibilidade muito interessante para preservar a água potável para fins específicos, onde sua potabilidade é de fato necessária. Para que haja uma mudança dessa realidade, tem que haver uma maior conscientização da população quanto à economia e conservação da água.

O uso da água de chuva, além de trazer a possibilidade de aproveitar um bem gratuito, a empresa mostra perante a sociedade que possui a mentalidade de que está contribuindo para a preservação do meio ambiente e racionalização da água.

Neste trabalho realizou-se um estudo da captação e aproveitamento de água da chuva na indústria Lojas Edmil, que é formada pela Edmil S.A. e Formato Estofados, na qual presumiu-se a utilização desse sistema devido a grande dimensão da área de captação de água da chuva, e também por observar que em muitos pontos de consumo onde a água potável é utilizada, poderia vir a ser substituída pela água da chuva. Foi realizado um levantamento da demanda de água potável e não potável por meio do indicador de consumo, assim, após a análise dos locais foi destinado que a água de chuva poderia ser utilizada nas bacias sanitárias substituindo a água potável. O levantamento das precipitações da região estudada foi importante para verificar que a área disponível para captação da água de chuva seria suficiente para suprir a demanda da água potável das bacias sanitárias. O reservatório inferior de água de chuva exige a disponibilidade de uma grande área para sua implantação, porém, com a limitação da área para colocação dos reservatórios inferiores, não foi possível atender toda a demanda de água utilizando a água da chuva. Com a redução da demanda a ser atendida, pode encaixar o reservatório na área disponível.

Pelo lado financeiro, um breve cálculo de economia com o gasto na conta de água mostrou que esse tipo de sistema pode sim trazer benefícios para a empresa. Foi encontrado um tempo de retorno de aproximadamente 13 anos para o investimento na implantação do

projeto, o que é considerado pouco, considerando a vida útil da edificação. No entanto, nos dias atuais não se pode levar em consideração somente a economia tarifária de água, uma vez que poupar água tratada se faz necessário em dias de escassez dos recursos hídricos. Toda e qualquer medida ambiental sustentável que possa minimizar os desperdícios dos recursos hídricos é bem-vinda.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR nº 10.844 – Instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro, 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR nº 15.527:2007. Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR nº 5.626 – Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro, 1998.

ANNECCHINI, Karla Ponzio Vaccari. **Aproveitamento da água da chuva para fins não potáveis na cidade de Vitória (ES)**. 2005. 150 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2005. Disponível em: <http://portais4.ufes.br/posgrad/teses/tese_6582_VERS%C3O%20final%20-%20Karla%20Ponzio.PRN.pdf>. Acesso em: 28mar. 2017.

CAIXA FORTE. Disponível em: <<http://www.caixaforte.ind.br>>. Acesso em: 25 out. 2017.

CIRRA/FCTH, Manual de Conservação e Reuso de Água Para a Indústria. Disponível em: <<http://www2.cead.ufv.br/>>. Acesso em 16 de abr. de 2017

CONSUMO SUSTENTÁVEL: Manual de educação. Brasília: ConsumersInternational/MMA/MEC/IDEC, 2005. 160 p.

COUTO, Vanessa Bacca. **Projeto de aproveitamento da água da chuva para o ginásio de esportes da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) em Joinville**. Trabalho de graduação apresentado ao curso de Engenharia Civil da Universidade do Estado de Santa Catarina para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil. Joinville, 2012.

GOOGLE MAPS, 2017. Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps>>. Acesso em: 14 abr. 2017.

HARVESTING BRASIL. Disponível em:<<http://www.harvesting.com.br/?s=separador+de+fluxo>>. Acesso em: 20 abr. 2017.

HIDROWEB. Disponível em: <<http://www.snirh.gov.br/hidroweb/>>. Acesso em: 12 abr. de 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de geografia e Estatística. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2015/default.shtm>>. Acesso em: 25 mar. de 2017.

ILHA, M. S. O. et al. **Conservação de água em escolas da rede municipal de Campinas: estudo piloto**. Seminário da disciplina “Tópicos Especiais da Faculdade de Engenharia Civil da Unicamp, 2001.

MANCUSO, Pedro Caetano Sanches; SANTOS, Hilton Felício dos. Reúso de água. 1 ed. Barueri: Manole, 2003. p.16.

MAY, Simone. **Estudo da viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificação**. Dissertação apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do título de mestre. São Paulo, 2004.

AZEVEDO NETTO, J. M., *et alli*. **Manual de hidráulica**. 8 ed. São Paulo: Edgard Blucher Ltda, 1998. 669 p.

PHILIPPI, Luis Sérgio; VACCARI, Karla Ponzio; PETERS, Madelon Rebelo; GONÇALVES, Ricardo Franci. Aproveitamento de Água da Chuva. *In*: Gonçalves, Ricardo Franci (Coo.). **Uso racional da água em edificações**. Vitória: Projeto Gráfico, 2006. P.73-152.

PROSAB, **Uso Racional da Água em Edificações** / Ricardo Franci Gonçalves (Coord.). Rio de Janeiro: ABES, 2006. Disponível em: <https://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/historico-de-programas/prosab/Uso_agua_-_final.pdf>. Acesso em: 02 abr. de 2017.

SAAE. Serviço Autônomo de Água e Esgoto. Disponível em: <<http://www.saaeloimendes.com.br/tarifas.php>>. Acesso em: 26 abr. de 2017.

SINDUSCON. **Conservação e reuso de água em edificações**. São Paulo. Prol Editora Gráfica, 2005. Disponível em: <<http://www.ciesp.com.br/pesquisas/conservacao-e-reuso-da-agua-em-edificacoes/>>. Acesso em: 25 abr. de 2017.

TOMAZ, Plínio. **Água de chuva: Aproveitamento de Água de Chuva para Áreas Urbanas e Fins não Potáveis, São Paulo**: Navegar Editora, 2003. 180 páginas.

TOMAZ, Plínio. **Aproveitamento de água de chuva de telhados em áreas urbanas para fins não potáveis. Diretrizes básicas para um projeto**. In: 6o Simpósio Brasileiro de Captação de Água de Chuva, Belo Horizonte, MG, 2007.

WEIWEBACHER, Leonardo. **Estudo de captação e aproveitamento de água da chuva na indústria moveleira Bento Móveis de Alvorada-RS**. 2008. 68 f. TCC (GRADUAÇÃO) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Luterana do Brasil – Ulbra, Canoas, RS, 2008. Disponível em: <<http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/07/leonardo.pdf>>. Acesso em: 02 abr. de 2017.

ROGGIA, Melissa Neis. **Estruturação de uma metodologia para projeto de sistemas de aproveitamento de águas pluviais em edificações**. 2007. 188 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia, Faculdade de Engenharia e Arquitetura da Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2007.

APÊNDICE A – Levantamento consumo de água

Quadro 32 - Leitura dos hidrômetros

Data	Hidrômetro 1 (m³)	Hidrômetro 2 (m³)	Hidrômetro 3 (m³)	Hidrômetro 4 (m³)	Hidrômetro 5 (m³)
07/04/2017	Início da leitura	Início da leitura	Início da leitura	Início da leitura	Início da leitura
08/04/2017	Sábado	Sábado	Sábado	Sábado	Sábado
09/04/2017	Domingo	Domingo	Domingo	Domingo	Domingo
10/04/2017	3,819	1,240	1,915	1,811	1,383
11/04/2017	3,774	1,083	1,976	1,802	1,336
12/04/2017	3,655	1,101	1,854	1,810	1,310
13/04/2017	3,210	1,099	1,824	1,814	1,271
14/04/2017	2,932	1,085	1,997	1,798	1,370
15/04/2017	Sábado	Sábado	Sábado	Sábado	Sábado
16/04/2017	Domingo	Domingo	Domingo	Domingo	Domingo
17/04/2017	3,987	1,014	2,018	1,919	1,344
18/04/2017	3,414	0,997	2,006	1,819	1,305
19/04/2017	2,996	1,113	2,118	1,817	1,311
20/04/2017	3,361	1,052	1,823	1,907	1,304
21/04/2017	Feriado	Feriado	Feriado	Feriado	Feriado
22/04/2017	Sábado	Sábado	Sábado	Sábado	Sábado
23/04/2017	Domingo	Domingo	Domingo	Domingo	Domingo
24/04/2017	3,991	1,053	2,109	2,019	1,407
25/04/2017	3,724	0,922	1,908	1,963	1,304
26/04/2017	3,388	1,077	1,988	1,816	1,302
27/04/2017	3,550	1,146	1,946	1,905	1,298
28/04/2017	3,603	1,048	1,997	1,903	1,322
29/04/2017	Sábado	Sábado	Sábado	Sábado	Sábado
30/04/2017	Domingo	Domingo	Domingo	Domingo	Domingo
01/05/2017	Feriado	Feriado	Feriado	Feriado	Feriado
02/05/2017	3,919	1,327	2,053	2,097	1,418
03/05/2017	3,402	1,057	1,970	1,911	1,285
04/05/2017	3,385	0,984	1,903	1,913	1,301
05/05/2017	3,608	1,011	1,967	1,879	1,319
06/05/2017	Sábado	Sábado	Sábado	Sábado	Sábado
07/05/2017	Domingo	Domingo	Domingo	Domingo	Domingo
08/05/2017	3,933	1,196	2,039	2,101	1,337
TOTAL	67,651	20,62	37,41	36,004	25,23

Fonte: O autor

APÊNCICE B – Questionário realizado com os funcionários

Empresa: Lojas Edmil

Realizado por: Tiago Nogueira de Oliveira

Entrevistado: Funcionários

01 – Qual a sua frequência diária de utilização da bacia sanitária na indústria?

Quadro 33 - Frequência de utilização da bacia sanitária

Funcionário	Frequência de utilização da bacia sanitária por dia
1	4
2	5
3	5
4	7
5	5
6	4
7	4
8	4
9	5
10	6
Média diária	4,9

Fonte: O autor

APÊNCICE C – Fotos da empresa

Figura 15 - Bacia sanitária com válvula de descarga



Fonte: O autor

Figura 16 - Condutor horizontal existente no local, Galpão 3



Fonte: O autor

Figura 17 - Área disponível para o reservatório inferior



Fonte: O autor

Figura 18 - Calhas existente no galpão 1



Fonte: O autor

APÊNDICE D – Orçamento por etapa de projeto

Tabela 09 - Orçamento rede de distribuição galpão 1 e 2

Código	Descrição	Unid.	Qtde.	Preço unitário	Total (R\$)
1954	Curva de PVC 45° graus, soldável 60mm	un	2	12,90	25,80
1929	Curva de 45° graus, soldável 40mm	un	8	3,49	27,92
7131	Tê de redução, PVC, soldável, 50mm x 40mm	un	1	10,41	10,41
7142	Tê soldável, PVC, 50mm	un	5	6,91	34,55
6011	Registro gaveta bruto em latão, bitola 2 ½"	un	1	134,74	134,74
10228	Válvula de descarga metálica, base 1 ½ "	un	7	170,10	1190,70
9839	Tubo PVC, PBV, série R, 60mm	m	2,40	9,52	22,85
20068	Tubo PVC, PBV, série R, 50mm	m	4,73	7,48	35,38
20067	Tubo PVC, PBV, série R, 40mm	m	24,02	5,63	135,23
20080	Adesivo plástico para PVC, frasco 175 g	un	5	12,96	64,80
0100	Adaptador PVC soldável, com flanges e anel de vedação, 60mm x 2"	un	1	37,68	37,68
MER	Caixa d'água em fibra de vidro 3000 litros	un	1	1.140,00	1.140,00
				Total	2.822,38

Fonte: O autor

Tabela 10 - Orçamento rede de distribuição galpão 3 e 4

Código	Descrição	Unid.	Qtde.	Preço unitário	Total (R\$)
1930	Curva de PVC 45° graus, soldável 50mm	un	4	7,25	29,00
1958	Curva de 90° graus, soldável 40mm	un	1	7,79	7,79
1929	Curva de PVC 45° graus, soldável 40mm	un	3	3,49	10,47
7131	Tê de redução, PVC, soldável, 50mm x 40mm	un	2	10,41	20,82
7142	Tê soldável, PVC, 50mm	un	3	6,91	20,73
6011	Registro gaveta bruto em latão, bitola 2 ½"	un	1	134,74	134,74
10228	Válvula de descarga metálica, base 1 ½ "	un	6	170,10	1020,60
20068	Tubo PVC, PBV, série R, 50mm	m	8,26	7,48	61,78
20067	Tubo PVC, PBV, série R, 40mm	m	22,06	5,63	124,20
20080	Adesivo plástico para PVC, frasco 175 g	un	5	12,96	64,80
0099	Adaptador PVC soldável, com flange e anel de vedação, 50mm x 1 ½ "	un	1	30,99	30,99
34640	Caixa d'água em polietileno 2000 litros, com tampa	un	1	752,61	752,61
				Total	2.278,53

Fonte: O autor

Tabela 11- Orçamento sistema elevatório galpão 1 e 2

Código	Descrição	Unid.	Qtde.	Preço unitário	Total (R\$)
1926	Curva de PVC 45° graus, soldável 20mm	un	3	1,40	4,20
73965	Escavação manual de valas	m ³	61	73,32	4.472,52
TER-AP-005	Apiloamento de fundo com soquete	m ²	17,90	14,05	251,50
85241	Lastro de concreto magro e= 5cm	m ³	0,54	17,03	9,20
85662	Armadura em tela de aço soldada nervurada CA-60	Kg	315,00	9,75	2.560,95
MER	Motobomba Schneider BCR-2000 1/4 CV – 127V Monofásica	un	1	455,00	455,00
9856	Tubo PVC, roscável, 1/2", água fria predial	m	9,00	3,45	31,05
9867	Tubo PVC, soldável, 20mm, água fria	m	7,00	5,63	39,41
20080	Adesivo plástico para PVC, frasco 175 g	un	3	12,96	38,88
0067	Adaptador PVC roscável, com flanges e anel de vedação, 1/2", para caixa d'água	un	1	8,86	8,86
MER	Reservatório d'água em fibra de vidro 25000 litros, com tampa	un	1	7.240,00	7.240,00
				Total	15.525,29

Fonte: O autor

Tabela 12 - Orçamento sistema elevatório galpão 3 e 4

Código	Descrição	Unid.	Qtde.	Preço unitário	Total (R\$)
1926	Curva de PVC 45°, soldável 15mm	un	3	1,40	4,20
MER	Motobomba Schneider BCR-2000 1/4 CV – 127V Monofásica	un	1	455,00	455,00
9856	Tubo PVC, roscável, 1/2", água fria	m	52,00	3,45	179,40
9867	Tubo PVC, soldável, 20mm	m	0,50	5,63	2,82
20080	Adesivo plástico para PVC, 175 g	un	8	12,96	103,68
0067	Adaptador PVC roscável, com flanges e anel de vedação, 1/2", para caixa d'água	un	1	8,86	8,86
MER	Reservatório d'água em fibra de vidro 5000 litros, com tampa	un	1	1.575,00	1.575,00
Total					2.328,96

Fonte: O autor

Tabela 13 - Orçamento condutores verticais e horizontais, galpão 1 e 2

	Descrição	Unid.	Qtde.	Preço unitário	Total (R\$)
HID-TUB-060	Tubo PVC, PB, conexões e suportes, 150mm	m	54,50	75,39	4.108,75
HID-TUB-065	Tubo PVC, PB, conexões e suportes, 200mm	m	20,00	92,31	1.846,20
HID-TUB-070	Tubo PVC, PB, conexões e suportes, 250mm	m	84,00	98,28	8.255,52
HID-TUB-071	Tubo PVC, PB, conexões e suportes, 300mm	m	32,50	118,35	3.846,75
Total					18.057,2

Fonte: O autor

Tabela 14 - Orçamento condutores verticais e horizontais, galpão 3 e 4

	Descrição	Unid.	Qtde.	Preço unitário	Total (R\$)
HID-TUB-070	Tubo PVC, PB, inclusive conexões e suportes, 250mm	m	25,50	98,28	2.506,14
HID-TUB-071	Tubo PVC, PB, inclusive conexões e suportes, 300mm	m	3,30	118,35	390,55
Total					2.896,69

Fonte: O autor

APÊNCICE E – Memorial de Cálculo

Consumo médio por usuário:

$$IC = \frac{198 \times 1000}{216 \times 22}$$

$$IC = 41,67 \text{ litros/agente consumidor.dia}$$

Demanda de água não potável:

$$Demanda (bacias sanitárias) = \frac{70 \text{ funcionários} \times 6 \text{ litros} \times 5 \times 22 \text{ dias}}{1000}$$

$$Demanda (bacias sanitárias) = 46,20 \text{ m}^3$$

$$Demanda (limpeza dos pisos) = \frac{2 \text{ litros} \times 22 \text{ dias} \times 46,57 \text{ m}^2}{1000}$$

$$Demanda (limpeza dos pisos) = 2,05 \text{ m}^3$$

Área de cobertura contribuinte:

$$Área = \left(11,13\text{m} + \frac{1,25\text{m}}{2} \right) \times 69,80\text{m}$$

$$Área = 820,50 \text{ m}^2$$

$$Área = 820,50 \times 2 \text{ águas} = 1.641,0 \text{ m}^2$$

Determinação da captação de água de chuva:

$$Q = \frac{196 \times 2863\text{m}^2}{60}$$

$$Q = 9352,47 \text{ litros/min}$$

Verificação de dimensionamento das calhas

$$Rh = \frac{0,20 \times 0,50}{(0,20 + 0,50 + 0,20)}$$

$$Rh = 0,11$$

$$Q = 60.000 \times \frac{0,20 \times 0,50}{0,011} \times 0,11^{\frac{2}{3}} \times 0,005^{0,5}$$

$$Q = 8.914,19 \text{ litros/min}$$

Verificação dos condutores verticais existentes

$$Q = 0,019 \times 0,25^{\frac{5}{3}} \times 100^{\frac{8}{3}}$$

$$Q = 406,12 \text{ litros/min}$$

Cálculo do sistema elevatório

- Vazão de projeto

$$Q_{rec} = \frac{2,193}{3}$$

$$Q_{rec} = 0,73 \text{ m}^3/\text{h}$$

Transformando a vazão de recalque de m³/h para m³/s:

:

$$Q_{rec} = \frac{0,73}{3600}$$

$$Q_{rec} = 0,0002 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Diâmetro de recalque

$$D_{rec} = 1,3 \times (0,0002^{\frac{1}{2}}) \times \left(\frac{3}{24}\right)^{\frac{1}{4}} = 0,011 \text{ m}$$

$$D_{rec} = 11 \text{ mm}$$

$$D_{rec} \text{ (comercial) } = 15 \text{ mm}$$

Para o diâmetro de sucção, adota-se um diâmetro comercialmente maior que o recalque, sendo assim foi adotado o diâmetro de 20 mm.

- Altura manométrica

Unidade de sucção – Ø20 mm

- 1 Válvula de pé e crivo = 1 x 9,50 = 9,50m
- 1 Registro de gaveta = 1 x 0,20 = 0,20m
- 2 Cotovelos de 90° = 2 x 1,20 = 2,40m
- Altura = 4,95m
- Comprimento da tubulação = 6,97m

$$\Delta_{Hsuc} = \frac{10,641}{145^{1,85}} \times \frac{0,0002^{1,85}}{0,020^{4,87}} \times 19,07$$

$$\Delta_{Hsuc} = 0,55 \text{ m}$$

$$H_{man.suc} = 4,95 + 0,55 = 5,50 \text{ m}$$

Unidade de Recalque – Ø15 mm

- 1 Válvula de retenção leve = 1 x 2,50 = 2,50m

- 2 Cotovelo 90° = 2 x 1,10 = 2,20m
- 2 Registros de gaveta = 2 x 0,10 = 0,20m
- Altura = 6,10m
- Comprimento da tubulação = 8,56

$$\Delta_{Hrec} = \frac{10,641}{145^{1,85}} \times \frac{0,0002^{1,85}}{0,015^{4,87}} \times 13,46$$

$$\Delta_{Hrec} = 1,57 \text{ m}$$

Assim:

$$H_{man.rec} = 8,56 + 1,57$$

$$H_{man.rec} = 10,13 \text{ m}$$

$$H_{man.total} = 15,63 \text{ m}$$

- Potência da bomba

$$P = \frac{1000 \times 0,0002 \times 15,63}{75 \times 0,70}$$

$$P = 0,06 \text{ CV}$$

$$P = 0,04 \times 1,50$$

$$P = 0,09 \text{ CV}$$

Rede de distribuição

Peso relativo a bacia sanitária com válvula de descarga, segundo norma ABNT: NBR 5626/98 = 32

- Galpão 1 e 2:

Trecho 1 – Ø60mm

- 1 curva 45° = 1 x 0,80 = 0,80m
- 1 registro de gaveta aberto = 1 x 0,90 = 0,90m
- Comprimento da tubulação = 1,90m

Trecho 1.2 – Ø60mm

- 1 curva de 45° = 1 x 0,80 = 0,80m
- Comprimento da tubulação = 0,50m

Trecho 1.3 – Ø50mm

- 1 tê de passagem direta = 1 x 2,30 = 2,30m
- Comprimento da tubulação = 0,11m

Trecho 1.4 – Ø50mm

- 1 tê de passagem direta = 1 x 2,30 = 2,30m
- Comprimento da tubulação = 1,08m

Trecho 1.5 – Ø50mm

- 1 tê de passagem direta = 1 x 2,30 = 2,30m
- Comprimento da tubulação = 1,92m

Trecho 1.6 – Ø50mm

- 2 tê de passagem direta = 2 x 2,30 = 4,60m
- Comprimento da tubulação = 1,62m

Trecho 1.7 – Ø40mm

- 1 tê de passagem direta = 1 x 2,30 = 0,60m
- Comprimento da tubulação = 1,48m

Trecho 1.8 – Ø40mm

- 1 curva de 45° = 1 x 0,50 = 0,50m
- Comprimento da tubulação = 1,32m

Trecho 1.9 – Ø40mm

- 1 curva de 45° = 1 x 0,50 = 0,50m
- Comprimento da tubulação = 1,90m

Cálculo de economia com a substituição da água potável pela água da chuva

- Tarifa para consumo >60 m³ = 190,7387
- Valor que excede 60m³= 198,00 – 60,00 = 138,00 m³
- Tarifa faixa 100 > x ≥ 200 = 3,3416
- Valor financeiro mensal = 190,7387 + 138,00 x 3,3416 = 651,88

Calculando a economia com a substituição da água potável nas bacias sanitárias:

- Demanda potável mensal = 198,00 – 83,23 = 114,77 m³
- Tarifa aplica a faixa >60 m³ = 190,7387
- Valor financeiro mensal = 190,7387 + 54,77 x 3,3416 = 373,75
- Economia mensal= 651,88 – 373,75 = 278,12

Cálculo do tempo de retorno para a implantação:

$$\text{Tempo de retorno (meses)} = \frac{43.909,05}{278,12} = 157,88$$

$$\text{Tempo de retorno (anos)} = \frac{157,88}{12} = 13,15$$

APÊNCICE F – Memorial descritivo

Materiais e serviços previstos no projeto de aproveitamento de água pluvial devem ser especificados para identificação dos materiais, equipamentos e serviços a serem executados. As informações a seguir discriminam as características do projeto:

Materiais

- Reservatórios inferiores de fibra de vidro, com capacidade de 25.000 e 5.000 litros;
- Reservatórios superiores de fibra de vidro, com capacidade de 3.000 e 2.000 litros;
- Tubos e conexões dos condutores verticais e horizontais de PVC branco, devem seguir os diâmetros definidos no projeto;
- Os tubos e conexões das redes de distribuição deverão ser de PVC rígido, marrom, soldável e devem seguir os diâmetros especificados no projeto. Os adesivos para união dos tubos e conexões devem ser preferencialmente da marca Tigre, ou similar de mesma qualidade;
- Registros de gaveta de PVC branco, atendendo os diâmetros especificados no projeto;
- Bomba do sistema elevatório deverá ser a Motobomba Schneider BCR-2000 1/4 CV – 127V Monofásica.

Serviços

- Os reservatórios deverão ser instalados nas áreas especificadas no projeto, a superfície para colocação do mesmo deverá ser totalmente nivelada. Para o reservatório inferior de capacidade 25.000 litros, deverá ser feito uma vala com escavação de 3,0 metros de profundidade, vista que no local já tem uma profundidade de 1,60 metros, totalizando 4,60 metros de profundidade. O reservatório de 5.000 litros, situado no galpão 3 e 4, deverá ficar

sobre o solo, como especificado em projeto. Os reservatórios de 3.000 e 2.000 litros deverão ficar a uma altura de 1,70 e 1,50 metros da laje, respectivamente.

- Condutores verticais e horizontais

Os condutores verticais deverão ser instalados de acordo com as especificações de projeto, de tubos em PVC, fixados na parede com abraçadeiras de metal e parafusos.

Os condutores horizontais do galpão 1 e 2 dos trechos 1 ao 12 deverão ser aterrados, os demais serão elevados de acordo com as especificações em projeto.

- Bomba

A bomba do sistema elevatório deverá ser instalada por um profissional devidamente capacitado, que deverá seguir as especificações de funcionamento previstas em projeto.

- Rede de distribuição

As tubulações e conexões da rede de distribuição deverão serem executadas de acordo com o projeto. Os barriletes serão colocados sobre a laje, descendo uma derivação para cada bacia sanitária.

ANEXO A – Tabela com as chuvas intensas no Brasil, com duração de 5min. ABNT

NBR 10844:1989

Local	Intensidade pluviométrica (mm/h)		
	período de retorno (anos)		
	1	5	25
1 - Alegrete/RS	174	238	313 (17)
2 - Alto Itatiaia/RJ	124	164	240
3 - Alto Tapajós/PA	168	229	267 (21)
4 - Alto Teresópolis/RJ	114	137 (3)	-
5 - Aracaju/SE	116	122	126
6 - Avaré/SP	115	144	170
7 - Bagé/RS	126	204	234 (10)
8 - Barbacena/MG	156	222	265 (12)
9 - Barra do Corda/MA	120	128	152 (20)
10 - Bauru/SP	110	120	148 (9)
11 - Belém/PA	138	157	185 (20)
12 - Belo Horizonte/MG	132	227	230 (12)
13 - Blumenau/SC	120	125	152 (15)
14 - Bonsucesso/MG	143	196	-
15 - Cabo Frio/RJ	113	146	218
16 - Campos/RJ	132	206	240
17 - Campos do Jordão/SP	122	144	164 (9)
18 - Catalão/GO	132	174	198 (22)
19 - Caxambu/MG	106	137 (3)	-
20 - Caxias do Sul/RS	120	127	218
21 - Corumbá/MT	120	131	161 (9)
22 - Cruz Alta/RS	204	246	347 (14)
23 - Cuiabá/MT	144	190	230 (12)
24 - Curitiba/PR	132	204	228
25 - Encruzilhada/RS	106	126	158 (17)
26 - Fernando de Noronha/FN	110	120	140 (6)
27 - Florianópolis/SC	114	120	144
28 - Formosa/GO	136	176	217 (20)
29 - Fortaleza/CE	120	156	180 (21)
30 - Goiânia/GO	120	178	192 (17)
31 - Guaramiranga/CE	114	126	152 (19)
32 - Iraí/RS	120	198	228 (16)
33 - Jacarezinho/PR	115	122	146 (11)
34 - João Pessoa/PB Pessoa/PB	115	140	163 (23)
35 - Juaretê/AM	192	240	288 (10)
36 - km 47 - Rodovia Presidente Dutra/RJ	122	164	174 (14)
37 - Lins/SP	96	122	137 (13)
38 - Maceió/AL	102	122	174
39 - Manaus/AM	138	180	198
40 - Natal/RN	113	120	143 (19)
41 - Nazaré/PE	118	134	155 (19)
42 - Niterói/RJ	130	183	250
43 - Nova Friburgo/RJ	120	124	156
44 - Olinda/PE	115	167	173 (20)
45 - Ouro Preto/MG	120	211	-
46 - Paracatu/MG	122	233	-
47 - Paranaguá/PR	127	186	191 (23)
48 - Paratins/AM	130	200	205 (13)
49 - Passa Quatro/MG	118	180	192 (10)
50 - Passo Fundo/RS	110	125	180
51 - Petrópolis/RJ	120	126	156
52 - Pinheiral/RJ	142	214	244
53 - Piracicaba/SP	119	122	151 (10)
54 - Ponta Grossa/PR	120	126	148

Local	Intensidade pluviométrica (mm/h)		
	período de retorno (anos)		
	1	5	25
55 - Porto Alegre/RS	118	146	167 (21)
56 - Porto Velho/RO	130	167	184 (10)
57 - Quixeramobim/CE	115	121	126
58 - Resende/RJ	130	203	264
59 - Rio Branco/AC	126	139(2)	-
60 - Rio de Janeiro/RJ (Bangu)	122	156	174 (20)
61 - Rio de Janeiro/RJ (Ipanema)	119	125	160 (15)
62 - Rio de Janeiro/RJ (Jacarepaguá)	120	142	152 (6)
63 - Rio de Janeiro/RJ (Jardim Botânico)	122	167	227
64 - Rio de Janeiro/RJ (Praça XV)	120	174	204 (14)
65 - Rio de Janeiro/RJ (Praça Saenz Peña)	125	139	167 (18)
66 - Rio de Janeiro/RJ (Santa Cruz)	121	132	172 (20)
67 - Rio Grande/RS	121	204	222 (20)
68 - Salvador/BA	108	122	145 (24)
69 - Santa Maria/RS	114	122	145 (16)
70 - Santa Maria Madalena/RJ	120	126	152 (7)
71 - Santa Vitória do Palmar/RS	120	126	152 (18)
72 - Santos/SP	136	198	240
73 - Santos-Itapema/SP	120	174	204 (21)
74 - São Carlos/SP	120	178	161 (10)
75 - São Francisco do Sul/SC	118	132	167 (18)
76 - São Gonçalo/PB	120	124	152 (15)
77 - São Luiz/MA	120	126	152 (21)
78 - São Luiz Gonzaga/RS	158	209	253 (21)
79 - São Paulo/SP (Congonhas)	122	132	-
80 - São Paulo/SP (Mirante Santana)	122	172	191 (7)
81 - São Simão/SP	116	148	175
82 - Sena Madureira/AC	120	160	170 (7)
83 - Sete Lagoas/MG	122	182	281 (19)
84 - Soure/PA	149	162	212 (18)
85 - Taperinha/PA	149	202	241
86 - Taubaté/SP	122	172	208 (6)
87 - Teófilo Otoni/MG	108	121	154 (6)
88 - Teresina/PI	154	240	262 (23)
89 - Teresópolis/RJ	115	149	176
90 - Tupi/SP	122	154	-
91 - Turiaçu/MG	126	162	230
92 - Uaupés/AM	144	204	230 (17)
93 - Ubatuba/SP	122	149	184 (7)
94 - Uruguaiana/RS	120	142	161 (17)
95 - Vassouras/RJ	125	179	222
96 - Vião/RS	114	126	152 (15)
97 - Vitória/ES	102	156	210
98 - Volta Redonda/RJ	156	216	265 (13)

Notas: a) Para locais não mencionados nesta Tabela, deve-se procurar correlação com dados dos postos mais próximos que tenham condições meteorológicas semelhantes às do local em questão.

ANEXO B – Quadro de comprimento equivalente

Quadro 34 - Tabela de comprimento equivalente em metros de canalizações de PVC rígido ou cobre

Comprimento equivalente em metros de canalizações de PVC rígido ou cobre															
Diâmetro Referência		Cotovelo 90°	Cotovelo 45°	Curva 90°	Curva 45°	Tê 90° passagem direta	Tê 90° saída lateral	Entrada normal	Saída de canaliz.	Válvula retenção		Válvula pé e crivo	Registro globo aberto	Registro gaveta aberto	Registro angular aberto
(mm)	(pol)									Tipo leve	Tipo pesado				
15	½	1,1	0,4	0,4	0,2	0,7	2,3	0,3	0,8	2,5	3,6	6,1	11,1	0,1	5,9
20	¾	1,2	0,5	0,5	0,3	0,8	2,4	0,4	0,9	2,7	4,1	9,5	11,4	0,2	6,1
25	1	1,5	0,7	0,6	0,4	0,9	3,1	0,5	1,3	3,8	5,8	13,3	15,0	0,3	6,4
32	1 ¼	2,0	1,0	0,7	0,5	1,5	4,6	0,6	1,4	4,9	7,4	15,5	22,0	0,4	10,5
40	½	3,2	1,0	1,2	0,6	2,2	7,3	1,0	3,2	6,8	9,1	18,3	35,8	0,7	17,0
50	2	3,4	1,3	1,3	0,7	2,3	7,6	1,5	3,3	7,1	10,8	23,7	37,9	0,8	18,5
60	2 ½	3,7	1,7	1,4	0,8	2,4	7,8	1,6	3,5	8,2	12,5	25,0	38,0	0,9	19,0
75	3	3,9	1,8	1,5	0,9	2,5	8,0	2,0	3,7	9,3	14,2	26,8	40,0	0,9	20,0
100	4	4,3	1,9	1,6	1,0	2,6	8,3	2,2	3,9	10,4	16,0	28,6	42,3	1,0	22,1
125	5	4,9	2,4	1,9	1,1	3,3	10,0	2,5	4,9	17,5	19,2	37,4	50,9	1,1	25,2
150	6	5,4	2,6	2,1	1,2	3,8	11,1	2,8	5,5	13,9	21,4	43,4	56,7	1,2	28,9

Fonte: Adaptado ABNT NBR 5626:1998

ANEXO C – Tarifas cobradas pelo SAAE

Figura 19 - Tarifas cobradas pelo SAAE de Elói Mendes

SERVIÇO AUTÔN. DE ÁGUA E ESGOTO RUA SAGRADOS CORAÇÕES, 148 - CENTRO CNPJ: 20.346.805/0001-07 ELOI MENDES - MG (35)32640550	Tabela de cobranças em valor Anexo I <div style="text-align: right; border: 1px solid black; padding: 2px;">17/04/2017</div>																																	
TABELA DE COBRANÇAS PARA O(A) SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO DE ELÓI MENDES-MG, A VIGORAR A PARTIR DE 01 DE MARÇO DE 2017. PORTARIA RESP. Nº 005 (SIMULAÇÃO) DE 01 DE MARÇO DE 2017.																																		
1 - SERVIÇO ESTIMADO																																		
- DOMICILIAR (CATEG. A)																																		
Tarifa de água - domiciliar (até 20 m3/mês)	32,2836																																	
Tarifa de esgoto	9,6850																																	
- COMERCIAL (CATEG. B)																																		
Tarifa de água - comercial (até 40 m3/mês)	84,4015																																	
Tarifa de esgoto	25,3204																																	
- INDUSTRIAL (CATEG. C)																																		
Tarifa de água - industrial (até 80 m3/mês)	207,9093																																	
Tarifa de esgoto	62,3728																																	
- PÚBLICA (CATEG. D)																																		
- OUTROS (CATEG. O)																																		
2 - SERVIÇO MEDIDO																																		
- VALOR MÍNIMO DE ÁGUA																																		
Tarifa de água - domiciliar (até 15 m3/mês)	28,9830																																	
Tarifa de água - comercial (até 30 m3/mês)	75,9861																																	
Tarifa de água - industrial (até 60 m3/mês)	190,7387																																	
- VALOR DE ÁGUA EXCEDENTE POR METRO CÚBICO (FAIXA DE CONSUMO)																																		
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 33%;">CATEG. A</th> <th style="width: 33%;">CATEG. B</th> <th style="width: 33%;">CATEG. C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>000015 - 1,4659</td><td>000030 - 1,9379</td><td>000060 - 2,4404</td></tr> <tr><td>000020 - 2,0636</td><td>000040 - 2,6280</td><td>000075 - 2,4404</td></tr> <tr><td>000025 - 2,2789</td><td>000050 - 2,7598</td><td>000100 - 3,2671</td></tr> <tr><td>000030 - 2,5044</td><td>000075 - 3,0322</td><td>000200 - 3,3416</td></tr> <tr><td>000040 - 2,6280</td><td>000100 - 3,2671</td><td>999999 - 3,8599</td></tr> <tr><td>000050 - 2,7598</td><td>000200 - 3,3416</td><td></td></tr> <tr><td>000075 - 3,0322</td><td>999999 - 3,8599</td><td></td></tr> <tr><td>000100 - 3,2671</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>000200 - 3,3416</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>999999 - 3,8599</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	CATEG. A	CATEG. B	CATEG. C	000015 - 1,4659	000030 - 1,9379	000060 - 2,4404	000020 - 2,0636	000040 - 2,6280	000075 - 2,4404	000025 - 2,2789	000050 - 2,7598	000100 - 3,2671	000030 - 2,5044	000075 - 3,0322	000200 - 3,3416	000040 - 2,6280	000100 - 3,2671	999999 - 3,8599	000050 - 2,7598	000200 - 3,3416		000075 - 3,0322	999999 - 3,8599		000100 - 3,2671			000200 - 3,3416			999999 - 3,8599			
CATEG. A	CATEG. B	CATEG. C																																
000015 - 1,4659	000030 - 1,9379	000060 - 2,4404																																
000020 - 2,0636	000040 - 2,6280	000075 - 2,4404																																
000025 - 2,2789	000050 - 2,7598	000100 - 3,2671																																
000030 - 2,5044	000075 - 3,0322	000200 - 3,3416																																
000040 - 2,6280	000100 - 3,2671	999999 - 3,8599																																
000050 - 2,7598	000200 - 3,3416																																	
000075 - 3,0322	999999 - 3,8599																																	
000100 - 3,2671																																		
000200 - 3,3416																																		
999999 - 3,8599																																		
- CONSERVAÇÃO DE HIDRÔMETRO	0,5000																																	
- VALOR DE REFERÊNCIA	175,7717																																	
- TARIFA DE ESGOTO																																		
TARIFA DE ESGOTO É 30,00 % SOBRE O CONSUMO DE ÁGUA PARA TODAS AS CATEGORIAS DE SERVIÇOS (DOMICILIAR, COMERCIAL, INDUSTRIAL, PÚBLICA E OUTROS).																																		
ELÓI MENDES-MG, 01 DE MARÇO DE 2017. <hr style="width: 30%; margin: 0 auto;"/> JOSÉ ROBERTO FÉLIX DIRETOR																																		

Fonte: SAAE, 2017

ANEXO D – Série Histórica pluviométrica de Elói Mendes 1980 a 2010

Quadro 35 - Série Histórica pluviométrica de Elói Mendes período de 1980 a 2010

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1980	377,1	153,3	81,6	158,7	17,5	70,0	1,3	12,7	43,2	70,0	251,9	355,4
1981	245,3	36,2	191,2	49,4	16,5	48,0	0	11,7	53,7	210,4	213,2	189,8
1982	202,0	329,7	305,1	13,8	47,7	25,9	16,5	29,2	33,3	120,6	81,7	420,6
1983	458,0	215,7	277,7	145,2	164,9	129,2	47,5	0	375,6	198,5	182,9	376,4
1984	122,0	48,0	97,7	62,1	69,6	0	0	25,6	107,4	36,7	183,4	243,0
1985	372,6	111,3	305,3	102,3	32,2	0	0	7,0	44,2	83,3	178,1	270,4
1986	238,1	247,7	82,9	82,9	129,7	1,5	34,5	68,1	16,2	32,0	96,0	307,0
1987	149,2	149,2	40,0	138,8	82,7	65,7	21,2	1,6	129,0	87,5	114,6	178,0
1988	160,9	168,9	82,1	68,7	91,1	46,7	0	0	24,5	107,5	104,6	128,9
1989	202,8	121,8	165,3	58,9	0	5,1	56,4	16,2	123,2	35,8	155,8	278,1
1990	84,5	154,9	150,3	60,8	76,0	0	18,3	50,5	74,7	81,7	188,5	227,3
1991	333,3	181,9	327,9	68,8	9,6	0	30,1	0	25,0	79,2	37,6	202,0
1992	419,4	189,1	253,3	127,7	48,5	0	32,2	11,4	133,4	148,4	204,5	189,6
1993	106,4	196,8	76,5	55,8	44,0	97,5	0	7,1	87,3	74,3	91,0	155,8
1994	270,2	92,4	243,3	28,7	89,3	8,6	9,1	0	0	93,4	75,9	404,7
1995	88,6	363,5	149,8	65,8	69,1	9,0	13,6	0	23,2	212,3	127,4	198,3
1996	325,8	158,5	169,1	50,2	45,2	24,8	6,7	23,3	153,5	109,1	253,8	452,4
1997	355,0	89,5	97,2	90,7	51,7	60,7	13,1	0	34,1	106,2	238,0	168,1
1998	137,6	172,8	167,4	15,3	55,0	1,2	4,6	38,3	15,8	201,6	94,8	231,6
1999	374,5	247,3	124,7	16,8	14,7	43,3	16,4	0	44,0	76,0	87,2	239,9
2000	455,3	257,3	210,4	45,8	11,6	5,4	34,6	26,6	156,0	49,2	280,8	293,9
2001	158,6	62,3	279,7	7,5	53,5				45,4	129,7	172,8	190,0
2002												
2003	442,0	54,0	176,2	67,4	38,5	0	14,4	14,2	19,5	92,3	218,9	275,7
2004	132,5	273,6	97,5	64,2	61,0	62,1	20,5	1,0	19,2	125,5	200,8	249,4
2005	456,6	82,2	128,7	120,4	117,7	58,6	33,1	32,9	73,3	97,6	138,9	237,4
2006	121,8	194,4	226,7	10,5	14,6	7,4	5,7	15,3	85,4	139,8	254,2	150,2

2007	408,3	152,7	83,2	55,1	56,4	5,3	37,4	0	0	150,1	149,6	205,1
2008	240,3	185,7	321,1	166,5	43,6	45,9	0	18,1	77,1	88,4	173,1	181,0
2009	310,3	233,4	155,2	83,8	54,1	47,5	14,4	39,8	147,7	63,5	103,6	398,8
2010	253,7	138,2	138,5	18,5	14,2	14,3	10,8					
Média Mensal	266,8	169,6	173,5	70,0	54,0	30,37	16,98	16,09	74,65	106,92	160,47	255,1

Fonte: Adaptado Hidroweb

