

CENTRO UNIVERSITÁRIO SUL DE MINAS - UNIS/MG

BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

MARÍLIA AVELINA LOPES

**PROJETO DE CAPTAÇÃO E APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL
PARA A EDIFICAÇÃO DE UM LAR PARA IDOSOS DA CIDADE DE CARMO
DA CACHOEIRA - MG**

**VARGINHA
2018**

MARÍLIA AVELINA LOPES

**PROJETO DE CAPTAÇÃO E APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL
PARA A EDIFICAÇÃO DE UM LAR PARA IDOSOS DA CIDADE DE CARMO
DA CACHOEIRA - MG**

Trabalho apresentado ao curso de Engenharia Civil do Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS – como pré-requisito para a obtenção do grau de bacharel sob orientação da professora Ivana Prado de Vasconcelos.

**VARGINHA
2018**

MARÍLIA AVELINA LOPES

**PROJETO DE CAPTAÇÃO E APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL
PARA A EDIFICAÇÃO DE UM LAR PARA IDOSOS DA CIDADE DE CARMO
DA CACHOEIRA - MG**

Trabalho apresentado ao curso de Engenharia Civil do Centro Universitário do Sul de Minas – Unis – como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel pela Banca Examinadora composta pelos membros:

Aprovado em / /

Prof. Ms. Ivana Prado de Vasconcelos

Membro da banca 1

Membro da banca 2

OBS.:

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por nortear minha vida e me dar saúde e força para chegar até o final deste trabalho.

Agradeço a minha orientadora Ivana pela dedicação e imensa transmissão de conhecimentos.

Agradeço aos meus pais e amigos por todo apoio e incentivo, ao meu noivo Rafael pela paciência e compreensão, e ao meu amigo Luís Filipe por toda ajuda e companheirismo.

Agradeço a toda diretoria do Lar São Vicente de Paulo de Carmo da Cachoeira, pela colaboração e suporte, em especial à Priscila e à Vânia por toda gentileza e auxílio.

" A educação é a arma mais poderosa que você
pode usar para mudar o mundo."

Nelson Mandela

RESUMO

A captação e aproveitamento de água pluvial é, além de um meio de economia financeira, uma economia de água potável e geração de diversos benefícios ambientais. O presente trabalho tem como finalidade a análise de viabilidade técnica da implantação de um sistema de captação e aproveitamento de água pluvial na edificação do Lar São Vicente de Paulo da cidade de Carmo da Cachoeira – MG. Serão apresentadas as bases teóricas para compreensão do assunto, assim como a análise efetuada no local foco de estudo, com dados levantados por meio de fotos, medições e análise das plantas da edificação. Após a análise efetuada, com base na teoria adquirida, constatou-se que o asilo possui uma área de captação de 1.169,58 m² que tem a capacidade de gerar um volume médio mensal de aproximadamente 117.850,78 litros de água de chuva, e é possível suprir a demanda de 28.422,6 litros. Com os resultados obtidos fica expresso a viabilidade da implantação do sistema, que gerará uma redução de até 49,78% no consumo atual de água potável da edificação. Para suprir os meses de déficit de precipitação, há necessidade de ter um reservatório de 17 m³ e um sistema elevatório, para abastecer o reservatório superior de distribuição. Após todos os cálculos realizados e o dimensionamento final do sistema de aproveitamento de águas pluviais foi possível fazer uma estimativa do custo que representaria a execução deste projeto.

Palavras-chave: Água pluvial. Captação. Aproveitamento. Viabilidade técnica.

ABSTRACT

The capture and use of rainwater is, besides a means of financial economy, a saving of drinking water and generation of several environmental benefits. The present work has the purpose of the technical feasibility analysis of the implantation of a system of capture and use of rainwater in the construction of Lar São Vicente de Paulo in the city of Carmo da Cachoeira - MG. The theoretical bases for understanding the subject will be presented, as well as the analysis carried out in the local study area, with data collected through photos, measurements and analysis of the building plans. After the analysis, based on the theory acquired, it was verified that the hotel has a catchment area of 1,169.58 m² which has the capacity to generate an average monthly volume of approximately 117,850.78 liters of rainwater, and is supply of 28422.6 liters. With the results obtained, it is expressed the viability of the implantation of the system, which will generate a reduction of up to 49.78% in the current drinking water consumption of the building. To fill the months of precipitation deficit, there is a need to have a 17 m³ reservoir and a lifting system to supply the upper distribution tank. After all the calculations and the final design of the rainwater harvesting system, it was possible to estimate the cost of implementing this project.

Keywords: Rainwater. Captation. Acceptance. Technical Viability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Fachada frontal do Lar São Vicente de Paulo de Carmo da Cachoeira.....	15
Figura 2: Telhado do Lar São Vicente de Paulo de Carmo da Cachoeira.....	16
Figura 3: Diagrama de cobertura.....	16
Figura 4: Reservatório superior.....	22
Figura 5: Reservatório de polietileno.....	23
Figura 6: Filtro Vortex WFF 300	26
Figura 7: Filtro FPE-02	26
Figura 8: Subdivisão do telhado.....	32
Figura 9: Dimensões do reservatório superior em mm	35
Figura 10: Dimensões do reservatório inferior	36
Figura 11: Software Pluvio.	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Coeficiente de escoamento superficial (C).....	19
Tabela 2 - Média pluviométrica, em mm, para a cidade de Carmo da Cachoeira - MG.....	20
Tabela 3 – Estimativas de demanda residencial de água potável.....	21
Tabela 4 - Consumo estimado de água não potável.....	21
Tabela 5 - Determinação de condutores verticais.....	25
Tabela 6 – Capacidade de condutores horizontais de seção circular.....	25
Tabela 7 – Comprimentos equivalentes.....	28
Tabela 8 – Rendimento de motores elétricos.....	29
Tabela 9 – Rendimento de bombas centrífugas.....	29
Tabela 10 – Diâmetro mínimo dos sub-ramais de alimentação.....	29
Tabela 11 – Peso relativo de cada aparelho sanitário.....	31
Tabela 12 - Área dos telhados.....	33
Tabela 13 - Cálculo de possível volume de captação de água pluvial.....	33
Tabela 14 - Cálculo do volume necessário do reservatório.....	34
Tabela 15 - Dimensionamento de calhas.....	37
Tabela 16 - Seção das calhas.....	38
Tabela 17 - Dimensionamento de condutores verticais.....	38
Tabela 18 - Dimensionamento de condutores horizontais.....	39
Tabela 19 - Quantitativo de materiais.....	45
Tabela 20 - Estimativa de custo do projeto.....	47

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS	14
2.1 Objetivo Geral	14
2.2 Objetivos Específicos	14
3 DIAGNÓSTICO	15
3.1 Descrição do local de estudo	15
3.2 Caracterização do sistema existente	15
4 PROJETO	18
4.1 Memorial descritivo	18
4.1.1 Área de captação.....	18
4.1.2 Cálculo do volume de água pluvial possível de captação	19
4.1.3 Consumo estimado de água pluvial para fins não potáveis	20
4.1.4 Dimensionamento dos reservatórios.....	21
4.1.4.1 Reservatório superior.....	22
4.1.4.2 Reservatório inferior.....	22
4.1.5 Sistemas de condução de água	23
4.1.5.1 Vazão de projeto	23
4.1.5.2 Dimensionamento de calhas	24
4.1.5.3 Dimensionamento de condutores verticais	25
4.1.5.4 Dimensionamento de condutores horizontais.....	25
4.1.6 Sistema de filtragem	26
4.1.7 Dimensionamento do sistema elevatório.....	27
4.1.7.1 Determinação do diâmetro de recalque	27
4.1.7.2 Determinação da potência da bomba.....	27
4.1.8 Dimensionamento das tubulações internas.....	29
4.1.8.1 Sub-ramais/ colunas de água	29
4.1.8.2 Barriletes.....	30
4.2 Memorial de cálculo	32
4.2.1 Cálculo da área da superfície de captação	32
4.2.2 Cálculo do volume de água pluvial possível de captação	33
4.2.3 Cálculo do reservatório inferior.....	34
4.2.3.1 Dimensões dos reservatórios	35
4.2.4 Calculo da intensidade pluviométrica para Carmo da Cachoeira.....	36

4.2.5 Cálculo da vazão de projeto	37
4.2.6 Cálculo de dimensionamento das calhas	37
4.2.7 Cálculo de dimensionamento condutores verticais	38
4.2.8 Cálculo de dimensionamento condutores horizontais	39
4.2.9 Cálculo da vazão de projeto da bomba.....	40
4.2.10 Cálculo do diâmetro de recalque da bomba.....	40
4.2.11 Cálculo da altura manométrica da bomba	40
4.2.12 Cálculo da potência da bomba.....	41
4.3 Especificações de materiais e serviços	41
4.3.1 Materiais	42
4.3.1.1 Reservatório superior.....	42
4.3.1.2 Reservatório inferior ³	42
4.3.1.3 Calhas	42
4.3.1.4 Tubos e conexões dos ramais de abastecimento.....	42
4.3.1.5 Registros	42
4.3.1.6 Bomba.....	42
4.3.1.7 Filtros.....	42
4.3.2 Equipamentos	42
4.3.3 Serviços	43
4.3.3.1 Reservatórios	43
4.3.3.2 Condutores verticais	43
4.3.3.3 Condutores horizontais	44
4.3.3.4 Filtragem.....	44
4.3.3.5 Bomba.....	44
4.3.3.6 Tubulações e conexões	44
4.4 Quantitativos de materiais e estimativa de custo.....	45
5 RETORNO DO INVESTIMENTO	49
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	51
REFERÊNCIAS	52
APÊNDICE A	53
APÊNDICE B.....	54
APÊNDICE C	55
APÊNDICE D	56
APÊNDICE E.....	57
APÊNDICE F.....	58

APÊNDICE G	59
APÊNDICE H	60
APÊNDICE I	61
APÊNDICE J	62
ANEXO A	63

1 INTRODUÇÃO

O sistema de aproveitamento de água pluvial consiste em reaproveitar as águas de chuva que escoam sobre os telhados ou demais superfícies, e então armazenada para posterior utilização em vários consumos não potáveis.

Neste trabalho foi desenvolvido o projeto de um sistema de captação e aproveitamento de água pluvial para a edificação de um lar para idosos da cidade de Carmo da Cachoeira - MG.

Dois são os fins da água destinada ao consumo humano, um potável e um não potável. O uso potável dentro de uma residência é aquele destinado a higiene pessoal, produção de alimentos e para o consumo direto; já o uso não potável é aquele com destino a lavagem de piso, lavagem de carros, irrigação de jardins, descarga de vasos sanitários, dentre outros. A água tratada pelas concessionárias de saneamento atende alto padrão de potabilidade, chegando às residências e sendo utilizada tanto para os fins potáveis quanto os não potáveis; sendo que os fins não potáveis poderiam ser atendidos por meios alternativos, visando economia dos recursos hídricos e também financeira.

A utilização de fontes alternativas de abastecimento de água é nos dias de hoje uma das principais chaves para as questões de escassez de água. Diversos são os meios alternativos, mas dentre eles se destacam a dessalinização da água marinha, o reuso de águas servidas e o aproveitamento de águas pluviais, sendo este último uma das soluções mais utilizadas e simples para a preservação e economia de água potável.

Outro ponto importante a respeito da aplicação da captação de água pluvial como meio alternativo é que, uma vez que a água foi coletada e armazenada, previne-se consequentemente problemas como cheias e inundações dos grandes centros, onde os sistemas de drenagem são insuficientes devido à alta taxa de impermeabilização.

O objetivo deste trabalho é desenvolver um projeto para o aproveitamento das águas pluviais para fins não potáveis no asilo, como descargas sanitárias, limpeza de piso e irrigação. Será apresentada uma caracterização do local de implantação, o volume da demanda não potável da edificação e o volume possível de captação.

Não somente economicamente se dá a viabilidade do sistema de captação de água pluvial, a preservação dos recursos ambientais é um fator importante também para se levar em consideração. Com um investimento inicial elevado, o sistema se mostra viável

e com o retorno financeiro de médio a longo prazo, além de sua sustentabilidade, não agredindo o meio ambiente.

Serão apresentados os cálculos e parâmetros utilizados para o dimensionamento do sistema, iniciando pelas calhas e condutores, passando pelos reservatórios, sistema de recalque e tubulações de distribuição de água. Com o dimensionamento efetuado, serão especificados os materiais e serviços necessários para a execução do projeto. Serão apresentados posteriormente os desenhos e detalhes em planta, para melhor entendimento do projeto.

Por fim, os materiais serão quantificados e será efetuado um levantamento estimado do custo de implantação do sistema, e então uma análise de viabilidade econômica será efetuada e o tempo de retorno dos investimentos será estimado.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Desenvolver um projeto de captação e aproveitamento de água pluvial para a edificação do Lar São Vicente de Paulo na cidade de Carmo da Cachoeira, em Minas Gerais.

2.2 Objetivos Específicos

- Fazer revisão bibliográfica referente ao tema do projeto
- Levantar a vazão pluvial disponível
- Caracterizar o consumo e a necessidade de água da edificação
- Levantar e caracterizar o sistema de drenagem pluvial existente
- Apresentar medidas para a captação e o aproveitamento de água pluvial
- Dimensionar o sistema de captação de água para a edificação deste projeto

3 DIAGNÓSTICO

3.1 Descrição do local de estudo

O Lar São Vicente de Paulo de Carmo da Cachoeira, Figura 1, fundado em 1981, localiza-se na Rua Antônio Justiniano dos Reis, 716, no bairro Centro na cidade de Carmo da Cachoeira, em Minas Gerais. A edificação é térrea, com pé direito de 2,80m. Atualmente o asilo cuida de 19 idosos; separado em ala feminina e masculina, possui 20 dormitórios e está finalizando uma ala com mais 7 dormitórios, possui também 5 banheiros e 2 lavabos, sala de visitas, sala de convivência e atividades coletivas, sala de curativos, quarto de plantão, sala de observação, sala administrativa, posto de enfermagem, cozinha, refeitório, lavanderia, rouparia e capela.

Figura 1: Fachada frontal do Lar São Vicente de Paulo de Carmo da Cachoeira.



Fonte: Do Autor (2018).

3.2 Caracterização do sistema existente

O fornecimento de água ao Lar São Vicente de Paulo é feito pela companhia de saneamento responsável por abastecer Carmo da Cachoeira. O consumo médio de água dos últimos doze meses foi de 57,08m³, o que gerou um gasto médio de R\$688,03 (seiscentos e oitenta e oito reais e três centavos).

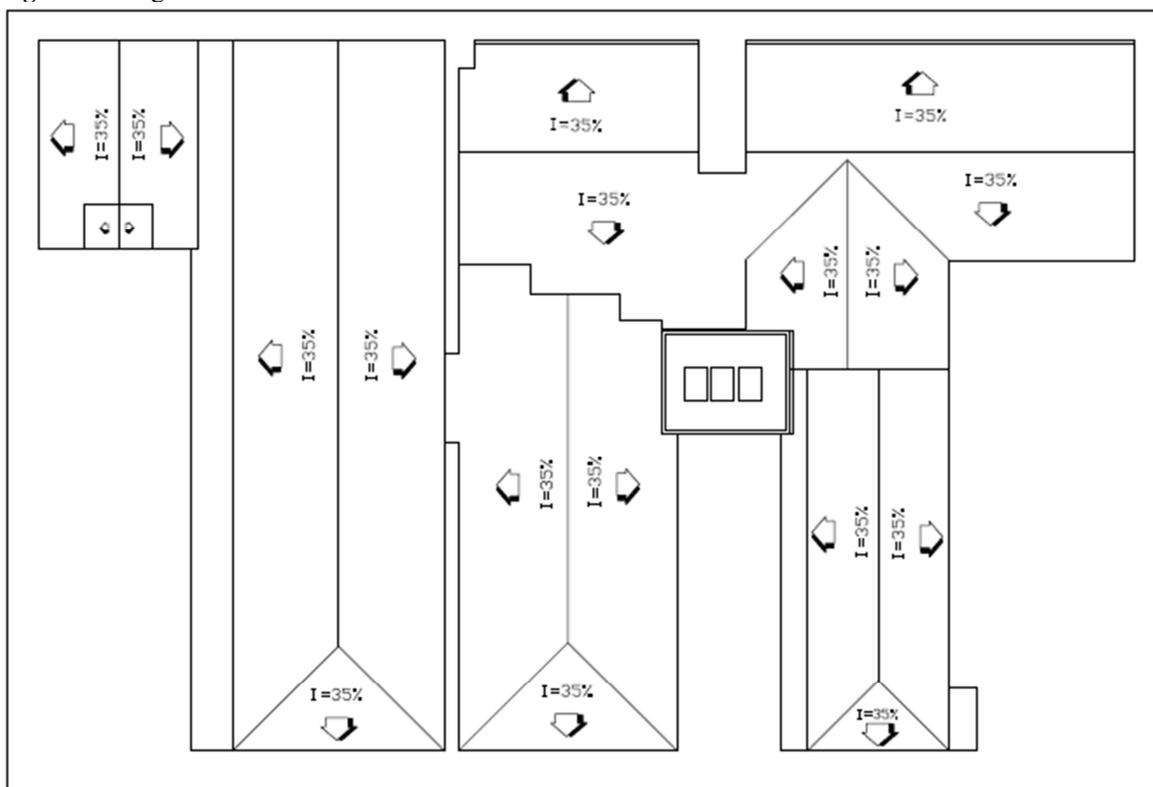
A cobertura da edificação é toda em telha cerâmica, conforme Figura 2, e cobre uma área total de 916,47m², com uma inclinação de 35%. O diagrama de cobertura está representado na Figura 3.

Figura 2: Telhado do Lar São Vicente de Paulo de Carmo da Cachoeira.



Fonte: Do Autor (2018).

Figura 3: Diagrama de cobertura



Fonte: Do Autor (2018).

O telhado dispõe de calhas somente em sua fachada e seus condutores verticais tem como ponto de descarte final a área impermeabilizada em sua entrada. A calha existente tem dimensão de 10cm de largura por 12cm de altura, e os condutores verticais possuem diâmetro de 100mm.

A edificação possui 3 reservatórios de 1000 litros, situados na torre de reservatórios.

4 PROJETO

4.1 Memorial descritivo

O projeto se trata de um sistema de captação e aproveitamento de água pluvial para um lar de idosos na cidade de Carmo da Cachoeira – MG. Para o desenvolvimento do projeto teve-se como base diversos autores com especialidades e trabalhos voltados para o tema, além das normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

Foi levado em consideração tanto a questão econômica quanto ambiental para a elaboração do projeto. A utilização de água pluvial faz com que diminua o consumo de água potável para fins não potáveis, economizando os recursos hídricos.

Composto por área de captação, que nesse caso se trata do telhado, calhas, condutores, filtro, reservatórios e sistema elevatórios, o sistema será dimensionado e seus parâmetros e cálculos serão apresentados. Cálculos para dimensionamento das calhas e condutores, reservatórios, bomba e tubulações para distribuição da água. E para melhor compreensão do sistema, serão apresentados os desenhos de detalhamentos do mesmo.

4.1.1 Área de captação

O telhado da edificação será a micro bacia de contribuição para captação de água pluvial. A área de telhado, verificada em planta e análises, é de 916,47m².

Para cálculo da área de superfície de captação foi utilizada a equação para superfície inclinada, dada pela ABNT NBR 10844:1989.

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

onde:

A = área, em m²;

a = largura do telhado, em m;

b = comprimento do telhado, em m;

h = altura da inclinação do telhado, em m.

Com a utilização dessa fórmula, calcula-se a área de cada água do telhado. Para a edificação do Lar São Vicente de Paulo chegou-se no valor de 1169,58 m², conforme cálculo do item 4.2.1.

4.1.2 Cálculo do volume de água pluvial possível de captação

Segundo Plínio Tomaz, para efeito de cálculo o volume precipitado não é totalmente aproveitado. Seguindo esse princípio, faz-se necessário a utilização do coeficiente de runoff, também conhecido como coeficiente de escoamento superficial, apresentado na Tabela 01. O volume pode ser calculado pela equação:

$$V = P \times A \times C$$

onde:

V = volume, em m³;

P = precipitação, em mm;

A = área, em m²;

C = coeficiente de runoff.

Tabela 1– Coeficiente de escoamento superficial (C).

Superfície	Coeficiente C
Telhado	0,70 a 0,95
Pavimentos	0,40 a 0,90
Via macadamizada	0,25 a 0,60
Vias e passeios apedregulhados	0,15 a 0,30
Quintais e lotes vazios	0,10 a 0,30
Parque, jardins, gramados dependendo da declividade	0,00 a 0,25

Fonte: Adaptada de Tomaz, 2005.

Com a área da micro bacia de 1169,58 m², os dados de precipitação para a cidade de Carmo da Cachoeira retirados do site Hidroweb, dispostos na Tabela 02, e a equação proposta por Plínio Tomaz, calculou-se um volume médio de captação pluvial, resultando em 111.005,93 litros, conforme cálculo do item 4.2.2.

Tabela 2- Média pluviométrica, em mm, para a cidade de Carmo da Cachoeira - MG.

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1984	138,9	29,3	48,1	39,4	32,9	0	0	63,7	97,2	27,7	113,3	241,6
1985	301,3	113,9	239,6	29,4	30,3	12,4	0	5,2	32	84,2	217,6	80,6
1986	147,3	264,8	87,1	13	127,1	0	56,3	100	27,1	20,1	117,2	563,4
1987	168,5	56,5	65,6	129	46,5	14	9,7	0,1	110,6	58,4	95,7	385,9
1988	129,5	217,4	102,1	45	51,3	31	0	0	2	188,1	127,4	172,8
1989	312	202,7	148,6	86	0	14,9	73,4	8,5	115,7	40,2	209,8	286,7
1990	71	116	173,3	37	58,8	1	14	40,2	52,3	67,9	68,4	143,2
1991	419,7	180,3	285,5	145,5	10,4	0	20,5	0	61,9	76,6	153,7	165,3
1992	504	231,2	141,2	38,9	88,7	0	19	3	85	94,3	128,5	172
1993	176,1	172,4	159,3	37	36	57	1	6,2	48	77,5	44,6	132
1994	295,5	128,4	283	48	106	8,7	6	0	0	89,6	119	176,7
1995	240	305	53,6	47	15,3	0	2	0	21	163,4	114	221,4
1996	283	274	143	18,2	59,2	20	0	23	136	110	299,6	315,7
1997	477,5	116,8	58,9	67,7	26	68,4	5	0	49	142,3	170,1	173
1998	220,6	176,1	131	26,1	27,1	0	0	33	37	172,2	146,5	208,5
1999	255,9	210,2	101	5,7	5,2	15,5	9,1	0	43,3	41,1	56	223
2000	423,2	208,9	178,2	17,4	14,1	0	8,5	7,7	97,2	17,5	233,6	236,2
2001	0	103,6	42,5	0	12,7	39,9	154,5	124,7	0	153,4	122	405,5
2002	0	94,8	8	28,9	0	12,4	18,9	41,4	93,5	131,9	112	179,4
2003	342,6	71,8	179,4	99,3	55,5	0	22,3	14,2	7,4	82,1	118,5	237,9
2004	161,4	284,5	92	97,2	66,1	26,7	48,6	1,4	6,2	165,6	170,1	292,9
2005	564,5	171,2	136,8	52,6	108,4	18,3	34	8,4	16,4	105	184,4	257,2
2006	134,1	138,7	318	8,2	18,9	6,7	5,2	23	55,4	127,6	141,4	274,58
2007	240,52	152,2	146,84	57,24	49,78	12,82	25,8	0	0	128,8	125	159,6
2008	238,9	275,3	180,2	129,2	3,9	0	10,2	34	79,5	106,9	171,5	249,2
2009	302,1	303,1	308,6	99,5	26,7	45,6	21	45,6	185,7	145,5	116,6	352,9
2010	254,8	143,9	169,5	44	16,7	13,5	9,4	0	57,8	143,8	247,3	275,4
2011	410,9	66,9	258,7	117,5	11,9	14,5	0	10,1	1,5	149,8	91,9	278,6
2012	267,4	74,9	130,1	21,8	58,5	129,1	20,8	1,1	24,9	59,8	156,1	260
2013	527,7	170,3	154,3	55,1	69,1	18,7	34,1	1,8	56,7	98,1	205,2	137,8
2014	92,9	23,4	106,4	76,4	20,5	5	42,9	10	24,1	43,1	239,5	188
2015	122,6	172,7	256,6	34,9	42,2	24,6	6,4	26,1	172,5	75	217,8	262,5
2016	246,4	134,9	156,7	19,8	60,8	108	0	25,1	21,5	171	281,4	191
2017	178,7	60,5	117,9	39,3	75,1	42,4	0	6	57,8	98,6	111,2	211
Média	254,4	160,19	151,81	53,27	42,11	22,39	19,96	19,51	55,18	101,68	153,73	238,57

Fonte: Hidroweb, 2018.

4.1.3 Consumo estimado de água pluvial para fins não potáveis

Para a estimativa de consumo não potável foram utilizados dados de estimativas apresentadas por Plínio Tomaz, conforme Tabela 03.

Tabela 3 – Estimativas de demanda residencial de água potável.

Usos de água	Unidades	Valores
Descarga na bacia	descarga/pessoa/dia	3
Volume de descarga	litros/descarga	9
Frequência de banho	banho/pessoa/dia	1
Duração do banho	minutos	7,3
Vazão dos chuveiros	litros/segundo	0,15
Máquina de lavar roupa	carga/pessoa/dia	0,37
Volume de água (máq. lavar roupa)	litros/ciclo	108
Vazão da torneira (cozinha)	litros/segundo	0,15
Torneira de banheiro	minutos/pessoa/dia	4
Vazão da torneira (banheiro)	litros/segundo	0,15
Gramado ou jardim	litros/dia/m ²	1,5
Lavagem de piso	litros/dia/m ²	1,3
Lavagem de carros	litros/lavagem/carro	150
Frequência de lavagem de carros	lavagem/mês	4

Fonte: Adaptada de Tomaz, 2005.

Nos cálculos foram considerados as bacias sanitárias e todos os banheiros e lavabos, as áreas que necessitam de lavagem do piso, e a irrigação da produção de hortaliças, com resultado apresentado na Tabela 04.

Tabela 4- Consumo estimado de água não potável

Utilização	Consumo médio		Demanda		Demanda Diária (L)	Demanda Mensal (L)
	Quantidade	Unidade	Quantidade	Unidade		
Descarga Sanitária	27,0	l/pessoa/dia	23,0	pessoas	621,00	18630,0
Lavagem de Piso	1,3	l/m ²	163,4	m ²	212,42	6372,6
Irrigação	1,5	l/m ²	76,0	m ²	114,00	3420,0
Consumo mensal estimado (L)						28422,6

Fonte: Do Autor (2018).

Com a implantação do sistema de captação de água pluvial, espera-se uma redução de 28.422,6 litros/mês no consumo de água potável.

4.1.4 Dimensionamento dos reservatórios

A norma da ABNT NBR 15527:2007 nos fornece seis métodos para dimensionamento de reservatórios, cada um considerando um parâmetro ou condição

diferente. Para dimensionar o reservatório inferior deste projeto, o método escolhido foi o de Rippl, que faz uso das médias pluviiais mensais e a demanda para chegar em um volume.

4.1.4.1 Reservatório superior

O reservatório superior será adotado com o volume referente a demanda de um dia de consumo não potável da edificação, de 947,42 litros, conforme Tabela 04, adotando um volume comercial de 1.000 litros, conforme Figura 04.

Figura 4: Reservatório superior



Fonte: Tigre (2018). Disponível em: <https://www.tigre.com.br/caixa-dagua-1000-litros>

O reservatório será instalado na torre de reservatórios, onde se encontram os reservatórios de água potável.

4.1.4.2 Reservatório inferior

O dimensionamento do reservatório inferior foi efetuado considerando a demanda para abastecimento durante todo o ano, levando em conta as médias pluviométricas de cada mês, para assim suprir a demanda dos meses com pouca precipitação.

Com os dados de intensidade pluviométrica da Tabela 02, a demanda mensal de água não potável de 28.442,6 litros conforme Tabela 04, a área de captação dos telhados de 1169,58 m² e o coeficiente de escoamento de 0,95 conforme Tabela 01 foi calculado, utilizando o Método de Rippl, um reservatório de 17,0 m³ conforme cálculo do item 4.2.3.

O reservatório proposto é um tanque da Acqualimp com capacidade de 17.000 litros, conforme Figura 05.

Figura 5: Reservatório de polietileno.



Fonte: Acqualimp (2018). Disponível em: <https://acqualimp.com/wp-content/uploads/2016/01/acqualimp.com-tanques-acqualimp-acqualimp.com-tanque.jpg>

4.1.5 Sistemas de condução de água

Para dimensionamento dos componentes de condução da água pluvial, como calhas e condutores, é necessário conhecer a vazão de projeto. Todo o dimensionamento e verificações serão feitos utilizando os critérios normativos segundo a ABNT NBR 10844:1989.

4.1.5.1 Vazão de projeto

Segundo os critérios da ABNT NBR 10844:1989, a vazão de projeto deve ser calculada pela equação:

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

onde:

Q = Vazão de projeto, em L/min;

i = intensidade pluviométrica, em mm/h;

A = área de contribuição, em m².

O cálculo da intensidade pluviométrica (i) foi efetuado com o uso das variáveis fornecidas pelo software Plúvio para a cidade de Carmo da Cachoeira, o período de retorno (T) para coberturas de 5 anos e a duração de precipitação (t) de 5 minutos, obtendo-se uma intensidade de 133,78 mm/h conforme cálculo do item 4.2.4.

Com a área de contribuição de 1169,58 m² e a intensidade pluviométrica foi calculado então a vazão de projeto de 2456,31 L/min, conforme cálculo do item 4.2.5.

4.1.5.2 Dimensionamento de calhas

O dimensionamento de calhas deve ser feito utilizando a equação de Manning-Strickler, conforme critério da ABNT NBR 10844:1989.

$$Q = 60.000 \times \left(\frac{A}{n} \right) \times R_{H^{2/3}} \times S^{1/2}$$

Onde:

60.000 = constante para transformação de m³/s para L/min

Q = vazão do projeto (L/min)

A = área da seção molhada (m²)

P = Perímetro molhado (m)

R_H = A/P = raio hidráulico (m)

n = coeficiente de Manning (Tabela 08)

S = declividade (m/m)

O resultado está apresentado no item 4.2.6.

4.1.5.3 Dimensionamento de condutores verticais

Os condutores verticais foram dimensionados com os dados fornecidos pela Tabela 05, de Botelho & Ribeiro.

Tabela 5- Determinação de condutores verticais

Diâmetro (mm)	Vazão (L/s)	Área de Cobertura (m ²)
50	0,57	17
75	1,76	53
100	3,78	114
125	7,00	212
150	11,53	348
200	25,11	760

Fonte: Adaptado de Botelho & Ribeiro Jr. (2011)

O resultado está apresentado no item 4.2.7.

4.1.5.4 Dimensionamento de condutores horizontais

O dimensionamento dos condutores horizontais foi feito com base nos valores da Tabela 06, fornecida pela ABNT NBR 10844, 1989.

Tabela 6 – Capacidade de condutores horizontais de seção circular (vazões em L/min)

Diâmetro interno (mm)	n = 0,011			
	0,5%	1,0%	2,0%	4,0%
50	32	45	64	90
75	95	133	188	267
100	204	287	405	575
125	370	521	735	1040
150	602	847	1190	1690
200	1300	1820	2570	3650
250	2350	3310	4660	6620
300	3820	5380	7590	10800

Fonte: ABNT/NBR 10844 (1989).

O resultado está apresentado no item 4.2.8.

4.1.6 Sistema de filtragem

Serão utilizados dois filtros, um responsável por filtrar a água que chega pelos condutores horizontais e abastece a cisterna, o outro será instalado após a bomba para eliminar os sedimentos antes de chegar no reservatório superior. O filtro utilizado antes da cisterna será o Vortex WFF 300, conforme Figura 06, da empresa Wisi ou similar, com capacidade de atender grandes vazões oriundas de áreas de telhados extensas, atendendo até 3000m² de área de telhado. Já o filtro de sedimentos será o FPE-02 da empresa Acqualimp ou similar, conforme Figura 07. A localização dos filtros está expressa nos Apêndices B e C.

Figura 6: Filtro Vortex WFF 300



Fonte: Acqua Controll (2018). Disponível em: <http://www.acquacontroll.com.br/filtro-vortex-wff-300>

Figura 7: Filtro FPE-02



Fonte: Acqualimp (2018). Disponível em: <https://acqualimp.com/produto/filtro-ponto-de-entrada-acqualimp/>

4.1.7 Dimensionamento do sistema elevatório

Para este projeto será necessário a utilização de um sistema elevatório, para transportar a água captada do reservatório inferior para o reservatório superior. O dimensionamento será feito utilizando os critérios da norma da ABNT NBR 5626:1998. Definido a locação da bomba, foi obtido o comprimento do sistema de recalque, conforme desenhos do Apêndice C.

4.1.7.1 Determinação do diâmetro de recalque

A vazão de projeto para dimensionamento do sistema elevatório é de 0,00014 m³/s, referente ao consumo diário de água não potável da edificação. O valor da vazão foi obtido através do cálculo do item 4.2.9.

Azevedo Netto (1998) indica saber a continuidade relacionada à operação do sistema motor-bomba para determinar o diâmetro de recalque, isto é, saber se o sistema opera continuamente ou não. O funcionamento da bomba foi considerado como 2 horas por dia. Para o dimensionamento do diâmetro de recalque foi utilizada a fórmula para cálculo de diâmetro econômico, sugerida pela norma da ABNT NB 92/66.

$$D = 1,3 X^{1/4} * \sqrt{Q}$$

Onde:

D é o diâmetro (m);

Q é a vazão em m³/s;

X é a relação entre o número de horas de funcionamento diário do conjunto elevatório e 24 horas.

Para o recalque foi adotado tubo soldável de PVC rígido com diâmetro nominal de 15 mm, conforme cálculo do item 4.2.10.

4.1.7.2 Determinação da potência da bomba

Para o cálculo da potência da bomba, Azevedo Netto (1998) inicia com o cálculo da altura manométrica.

$$H_{man} = H_g + \text{perdas de cargas totais}(hf)$$

onde:

H_{man} = altura manométrica, em m

H_g = altura geométrica, isto é, a diferença de nível, em m;

H_f = perdas de cargas totais considerando comprimentos equivalentes das peças, em m.

Conforme item 4.2.10, foi calculado a altura manométrica para a bomba, calculando também a perda de carga utilizando a equação de Hazen-Williams. Os comprimentos foram medidos com a locação do sistema definido, conforme desenhos do Apêndice C, e os valores estão expressos na Tabela 07 juntamente com os comprimentos equivalentes, referentes às peças e conexões utilizadas.

Tabela 7 – Comprimentos equivalentes

Diâmetro da tubulação de recalque		D = 15mm		
Comprimento da tubulação de recalque		L = 49,05		
Item	Acessório	Quantidade	Comprimento equivalente unitário (m)	Comprimento equivalente total (m)
1	Joelho 90°	11	1,1	12,1
4	Registro de gaveta	1	0,1	0,1
5	Saída de canalização	1	0,2	0,2
6	Entrada normal	1	0,4	0,4
7	Válvula de retenção horizontal	1	1,6	1,6
Total				14,4

Fonte: Do Autor (2018).

Com a determinação da altura manométrica e utilizando um rendimento médio $\eta_b = 0,75$, calculado com o uso dos dados das Tabelas 08 e 09 pode-se calcular a potência da bomba pela equação:

$$P = \frac{\gamma * Q * H_{man}}{75 * \eta_b} \text{ (CV)}$$

onde:

P = potência do motor (1CV = 0,986 HP);

γ = peso específico do líquido a ser elevado (H₂O=1000 kgf/m³);

Q = vazão ou descarga, em m³/s;

H_{man} = altura manométrica, em m;

η_b é o coeficiente de rendimento global da bomba, onde $\eta_b = \eta_{motor} \cdot \eta_{bomba}$.

Tabela 8 – Rendimento de motores elétricos.

Rendimento de motores elétricos												
HP	½	¾	1	1 ½	2	3	5	10	20	30	50	100
η_m	64%	67%	72%	73%	75%	77%	81%	84%	86%	87%	88%	90%

Fonte: AZEVEDO NETTO, 1998.

Tabela 9 – Rendimento de bombas centrífugas.

Rendimento de bombas centrífugas											
Q (l/s)	5	7,5	10	15	20	25	30	40	50	100	200
η_b	52%	61%	66%	68%	71%	75%	80%	84%	85%	87%	88%

Fonte: AZEVEDO NETTO, 1998.

A partir do resultado do cálculo do item 4.2.12, foi adotado uma potência de bomba de 1 CV.

4.1.8 Dimensionamento das tubulações internas

4.1.8.1 Sub-ramais/ colunas de água

Os diâmetros dos sub-ramais e colunas de água foram dimensionados com a utilização da Tabela 10. As colunas de água atendem a apenas uma caixa de descarga ou torneira cada uma.

Tabela 10– Diâmetro mínimo dos sub-ramais de alimentação.

Aparelho sanitário	Diâmetro	
	Nominal (mm)	Referência (polegadas)
Aquecedor de baixa pressão	20	¾
Aquecedor de alta pressão	15	½
Vaso sanitário com caixa de descarga	15	½
Vaso sanitário com válvula de descarga	50	2
Banheira	15	½
Bebedouro	15	½
Bidê	15	½
Chuveiro	15	½
Filtro de pressão	15	½

Continua

	Continuação	
Lavatório	15	1/2
Máquina de lavar roupa	20	3/4
Máquina de lavar louças	20	3/4
Mictório autoaspirante	25	1
Mictório de descarga contínua	15	1/2
Pia de despejo	20	3/4
Pia de cozinha	15	1/2
Tanque de lavar roupas	20	3/4
Torneira de jardim	20	3/4

Fonte: GHISI, 2004.

Para o projeto está sendo proposto a troca do sistema de descarga, trocando as bacias sanitárias para o tipo com caixa acoplada. Para todas as saídas para as caixas de descarga e torneiras, os diâmetros nominais serão de 15mm e 20mm respectivamente.

Os barriletes passarão sobre a laje até os pontos de água fria determinados no projeto, conforme Apêndice C, onde a antiga tubulação de válvula de descarga será substituída até o ponto de ligação com a caixa de descarga da nova bacia sanitária.

As saídas das torneiras que serão utilizadas para irrigação e limpeza, expressas nos desenhos do Apêndice C, descerão até os pontos de utilização pelas paredes, localizados nas proximidades das áreas com necessidade de lavagem de piso ou irrigação.

4.1.8.2 Barriletes

Como uso do Método Máximo Provável foram efetuados os cálculos para o dimensionamento de barriletes, acumulando todo o peso que depende da alimentação da coluna de água em questão. Inicialmente obteve-se a vazão através da equação abaixo, e os pesos pela Tabela 11:

$$Q = 0,3 \times \sqrt{\sum P}$$

onde:

Q = vazão, em L/s

P = somatório de pesos relativos.

Tabela 11 – Peso relativo de cada aparelho sanitário.

Aparelho sanitário	Peça de utilização	Peso relativo
Bacia Sanitária	Caixa de descarga	0,30
	Válvula de descarga	32,0
Banheira	Misturador (água fria)	1,00
Bebedouro	Registro pressão	0,10
Bidê	Misturador (água fria)	0,10
Chuveiro ou ducha	Misturador (água fria)	0,40
Chuveiro elétrico	Registro pressão	0,10
Lavadora de prato ou de roupas	Registro pressão	1,00
Lavatório	Torneira ou misturador (água fria)	0,30
Mictório tipo calha	Caixa de descarga ou registro de pressão	0,30
Pia	Torneira ou misturador (água fria)	0,70
Tanque	Torneira	0,70
Torneira de jardim ou lavagem	Torneira	0,40

Fonte: Adaptada de ABNT/NBR 5626, (1998).

A vazão nas colunas de água será de 0,16 L/s, que é a vazão para o peso 0,3 das bacias sanitárias, e de 0,19 L/s referente a vazão das torneiras, com peso de 0,4. Com a vazão definida é possível determinar o diâmetro da tubulação através da equação Fair-Wipple-Hisao para PVC.

$$hf = 0,000859 * \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}}$$

onde:

hf = Perda de carga (m/m);

Q = Vazão (m³/s);

D = Diâmetro (m).

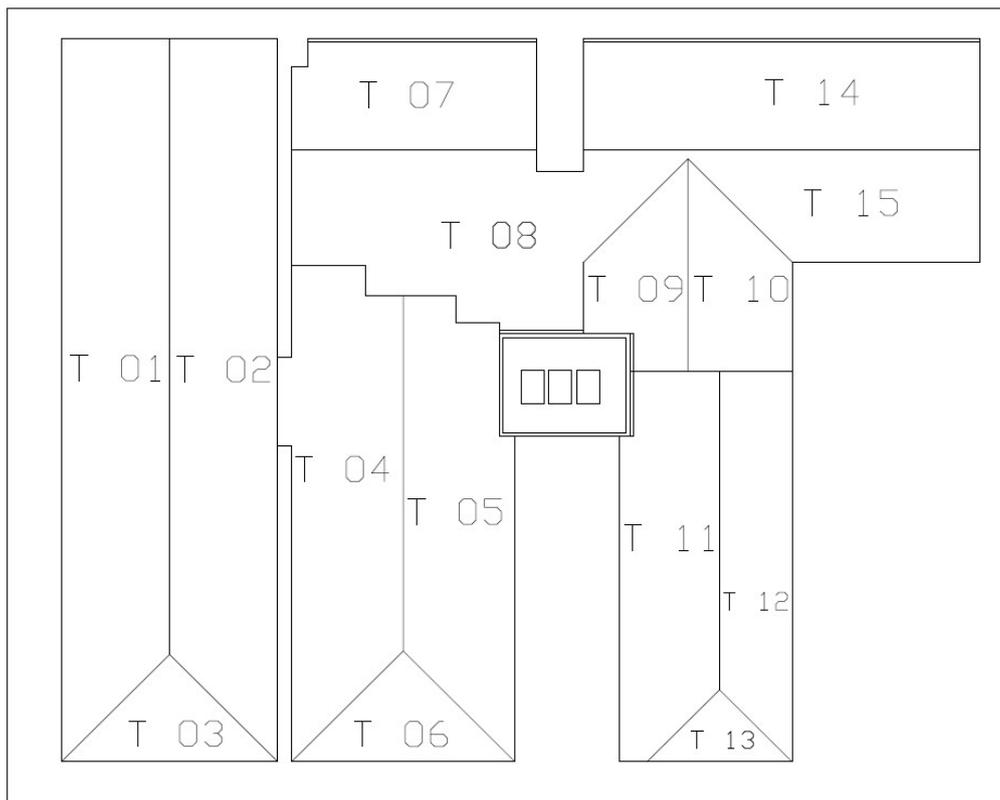
Os diâmetros das tubulações estão expressos na Tabela 01 do Apêndice C. As tubulações serão em PVC rígido marrom. Os cálculos dos diâmetros e verificação de pressão nas tubulações estão dispostos a tabela do Apêndice A e os desenhos detalhados em isométricos expressos nos Apêndices D, E, F, G, H, I e J.

4.2 Memorial de cálculo

4.2.1 Cálculo da área da superfície de captação

Os telhados da edificação são subdivididos conforme Figura 08.

Figura 8: Subdivisão do telhado.



Fonte: Do Autor (2018).

Dados do Telhado 01:

a = largura do telhado = 4,70 m

b = comprimento do telhado = 29,35 m

h = altura da inclinação do telhado = 1,65 m

$$A = \left(a + \frac{h}{2} \right) * b = \left(4,70 + \frac{1,65}{2} \right) * 29,35 = 162,09 \text{ m}^2$$

As áreas de todas as subdivisões do telhado estão expressas na Tabela 12.

Tabela 12- Área dos telhados.

Subdivisão	h (m)	a (m)	b (m)	Área (m ²)
T 01	1,65	4,70	31,70	175,06
T 02	1,65	4,70	31,70	175,06
T 03	1,65	4,70	4,70	25,97
T 04	1,70	4,85	19,05	108,56
T 05	1,70	4,85	19,05	108,56
T 06	1,70	4,85	4,85	27,65
T 07	1,65	4,75	10,65	59,37
T 08	1,65	6,50	15,00	109,88
T 09	1,58	4,52	7,10	37,71
T 10	1,58	4,52	7,10	37,71
T 11	1,10	4,35	15,50	75,95
T 12	1,10	3,15	15,50	57,37
T 13	1,10	3,15	3,15	11,66
T 14	1,72	4,90	17,20	99,03
T 15	1,72	4,90	10,43	60,05
Área dos Telhados (m²)				1169,58

Fonte: Do Autor (2018).

4.2.2 Cálculo do volume de água pluvial possível de captação

Dados:

P = media de uma série histórica de trinta e quatro anos para cada mês

Área (A) = 1169,58 m²

Coefficiente de Runoff (C) = 0,95

$$V = P \times A \times C$$

O resultado do possível volume de captação está apresentado na Tabela 13.

Tabela 13- Cálculo de possível volume de captação de água pluvial.

Mês	Precipitação média (mm)	Área (m ²)	Coefficiente de Runoff	Volume mensal (L)
Janeiro	254,4	1169,58	0,95	282.664,09
Fevereiro	160,19	1169,58	0,95	177.987,27
Março	151,81	1169,58	0,95	168.676,24
Abril	53,27	1169,58	0,95	59.188,35
Mai	42,11	1169,58	0,95	46.788,46
Junho	22,39	1169,58	0,95	24.877,55
Julho	19,96	1169,58	0,95	22.177,58
Agosto	19,51	1169,58	0,95	21.677,58

Continua

Continuação				
Setembro	55,18	1169,58	0,95	61.310,55
Outubro	101,68	1169,58	0,95	112.976,75
Novembro	153,73	1169,58	0,95	170.809,56
Dezembro	238,57	1169,58	0,95	265.075,37
Volume anual (L)				1.414.209,35
Volume médio mensal (L)				117.850,78

Fonte: Do Autor (2018).

4.2.3 Cálculo do reservatório inferior

Dados:

Estimativa de consumo mensal (demanda) = 28.422,60 litros

Área de captação = 1169,58 m²

Volume médio de chuva de onze anos (tabela 02 do memorial descritivo)

Coefficiente de Runoff (tabela 01 do memorial descritivo)

$$S_{(t)} = D_{(t)} - Q_{(t)}$$

$Q_{(T)} = C \times \text{precipitação da chuva}_{(t)} \times \text{área de captação}$

$V = \sum S_{(t)}$ somente para valores $S_{(t)} > 0$

O resultado está expresso na Tabela 14.

Tabela 14- Cálculo do volume necessário do reservatório.

Mês	Chuva média mensal (mm)	Demanda mensal (m ³)	Área de captação (m ²)	Diferença entre o volume da demanda e volume de chuva (m ³)	Diferença acumulada dos valores positivos (m ³)	Situação do reservatório
Janeiro	254,4	28,43	1169,58	-194,73	0,00	E ¹
Fevereiro	160,19	28,43	1169,58	-149,56	0,00	E ¹
Março	151,81	28,43	1169,58	-140,25	0,00	E ¹
Abril	53,27	28,43	1169,58	-30,76	0,00	E ¹
Mai	42,11	28,43	1169,58	-18,36	0,00	E ¹
Junho	22,39	28,43	1169,58	3,55	3,55	D ²
Julho	19,96	28,43	1169,58	6,25	9,80	D ²
Agosto	19,51	28,43	1169,58	6,75	16,56	D ²

Continua

Continuação						
Setembro	55,18	28,43	1169,58	-32,88	0,00	E ¹
Outubro	101,68	28,43	1169,58	-84,55	0,00	E ¹
Novembro	153,73	28,43	1169,58	-142,38	0,00	E ¹
Dezembro	238,57	28,43	1169,58	-236,65	0,00	E ¹
Total	1272,8	341,16	Volume do reservatório (m³)		17,00	

(¹) - água extravasando

(²) - nível do reservatório reduzindo

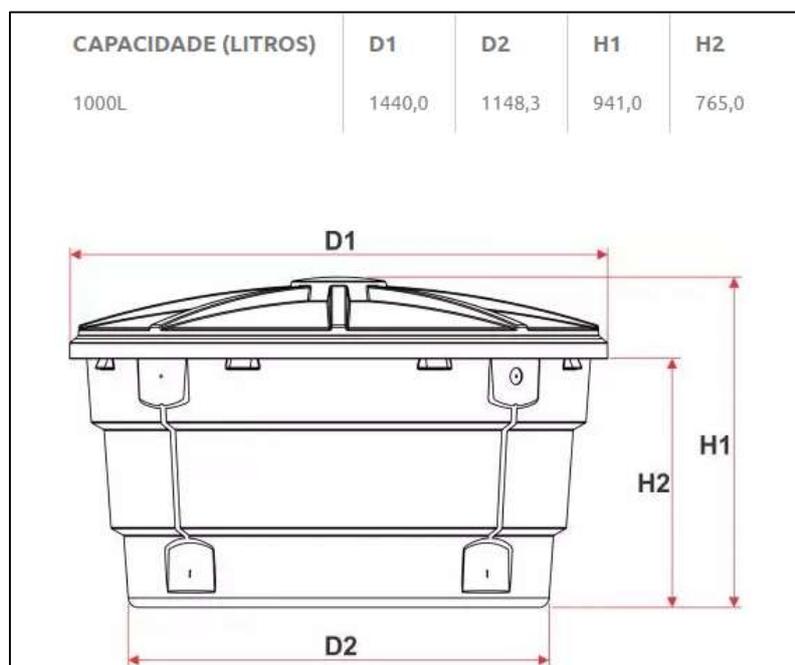
Fonte: Do Autor (2018).

O volume de reservatório necessário para suprir a demanda mesmo em meses com baixa precipitação é de 17,0m³.

4.2.3.1 Dimensões dos reservatórios

O reservatório superior, com capacidade de 1000 litros, tem as dimensões apresentadas na Figura 09.

Figura 9: Dimensões do reservatório superior em mm



Fonte: Tigre (2018). Disponível em: <https://www.tigre.com.br/caixa-dagua-1000-litros>

O reservatório inferior tem dimensões conforme mostra a Figura 10.

Figura 10: Dimensões do reservatório inferior

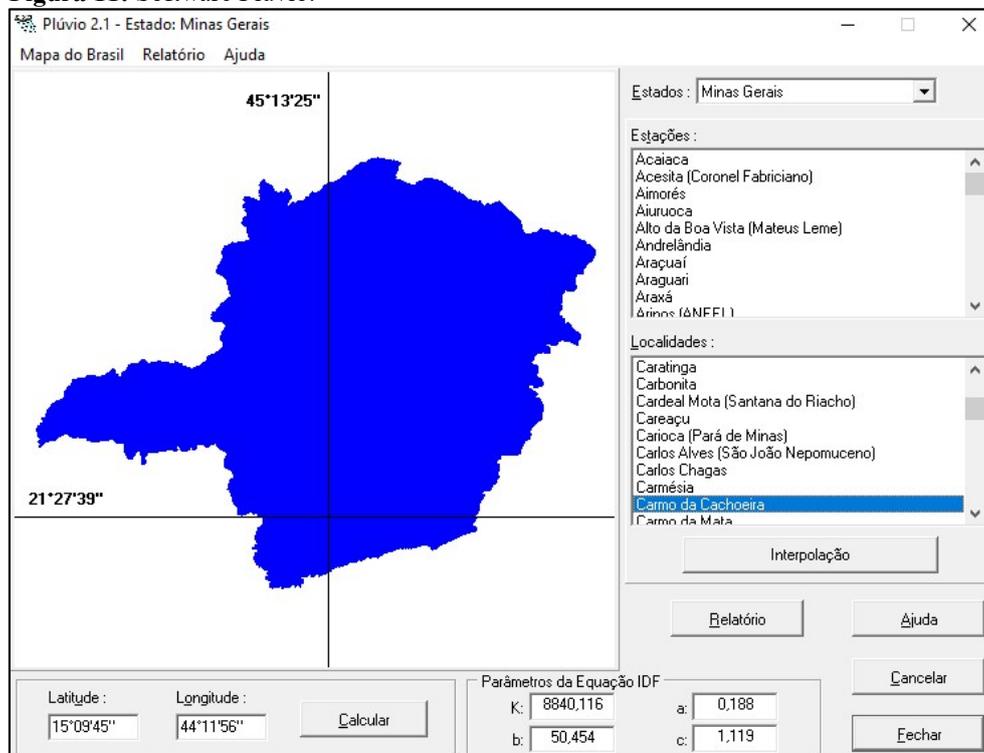
Capacidade (L)	Altura (cm)	Diâmetro (cm)
5000	138	244
6000	188	222
10000	194	282
15000	248	306
17000	205	325

Fonte: Acqualimp (2018). Disponível em: <https://acqualimp.com/produto/tanques-acqualimp/>

4.2.4 Calculo da intensidade pluviométrica para Carmo da Cachoeira

Com a utilização do software Pluvio, são obtidos os valores das incógnitas K, a, b e c, para a cidade de Carmo da Cachoeira, conforme Figura 09.

Figura 11: Software Pluvio.



Fonte: Do Autor (2018).

$$Im = \frac{K \times Tr^a}{(t + b)^c} = \frac{8840,116 \times 5^{0,188}}{(5 + 50,454)^{1,119}} = 133,78 \text{ mm/h}$$

4.2.5 Cálculo da vazão de projeto

Dados:

$$I = 133,78 \text{ mm/h}$$

$$A = 1169,58 \text{ m}^2$$

$$Q = \frac{I \times A}{60} = \frac{133,78 \times 1169,58}{60} = 2.608,22 \text{ L/min}$$

4.2.6 Cálculo de dimensionamento das calhas

O resultado do dimensionamento das calhas está expresso na Tabela 15.

Tabela 15- Dimensionamento de calhas

Identificação	Vazão proveniente dos telhados (L/min)	n	s (m/m)	b (m)	h (m)	Vazão suportada pela calha
C 01	390,34	0,011	0,005	0,11	0,06	390,45
C 02	390,34	0,011	0,005	0,11	0,06	390,45
C 03	57,90	0,011	0,005	0,1	0,05	281,94
C 04	364,56	0,011	0,005	0,11	0,06	390,45
C 05	448,64	0,011	0,005	0,13	0,06	473,29
C 06	61,64	0,011	0,005	0,1	0,05	281,94
C 07	132,39	0,011	0,005	0,1	0,05	281,94
C 08	169,35	0,011	0,005	0,1	0,05	281,94
C 09	212,00	0,011	0,005	0,1	0,05	281,94
C 10	26,00	0,011	0,005	0,1	0,05	281,94
C 11	220,81	0,011	0,005	0,1	0,05	281,94
C 12	133,90	0,011	0,005	0,1	0,05	281,94

Fonte: Do Autor (2018).

O resultado da seção das calhas, levando em consideração a borda livre, está apresentado na Tabela 16.

Tabela 16- Seção das calhas

Identificação	b (cm)	h (cm)	Comprimento (m)
C 01	11	10	32,00
C 02	11	10	12,20
C 03	10	8	27,20
C 04	11	10	18,45
C 05	13	10	11,00
C 06	10	8	25,00
C 07	10	8	10,70
C 08	10	8	14,25
C 09	10	8	7,00
C 10	10	8	17,20
C 11	10	8	22,00
C 12	10	8	7,60

Fonte: Do Autor (2018).

4.2.7 Cálculo de dimensionamento condutores verticais

Com o uso da Tabela 06 do memorial descritivo, os condutores verticais foram dimensionados. Os valores resultantes estão apresentados na Tabela 17.

Tabela 17- Dimensionamento de condutores verticais

Condutores	Q(L/s)	Q(L/min)	Diâmetro (mm)
CV 1	3,25	195,17	100
CV 2	3,25	195,17	100
CV 3	0,48	28,95	50
CV 4	0,48	28,95	50
CV 5	1,63	97,59	75
CV 6	1,63	97,59	75
CV 7	1,63	97,59	75
CV 8	1,63	97,59	75
CV 9	0,51	30,82	50
CV 10	1,34	80,69	75
CV 11	1,34	80,69	75
CV 12	3,39	203,18	100
CV 13	1,10	66,19	75
CV 14	0,51	30,82	50
CV 15	2,02	121,03	100
CV 16	5,46	327,61	125
CV 17	1,10	66,19	75
CV 18	1,41	84,67	75

Continua

Continuação

CV 19	1,41	84,67	75
CV 20	1,84	110,40	100
CV 21	0,22	13,00	50
CV 22	0,22	13,00	50
CV 23	1,07	63,96	75
CV 24	2,47	148,04	100
CV 25	1,12	66,95	75
CV 26	1,12	66,95	75
CV 27	1,84	110,40	100

Fonte: Do Autor (2018).

4.2.8 Cálculo de dimensionamento condutores horizontais

Os diâmetros de condutores horizontais estão expressos na Tabela 18, e foram dimensionados fazendo uso dos dados da Tabela 07 do memorial descritivo.

Tabela 18- Dimensionamento de condutores horizontais

Trecho	Vazão (L/min)	i (%)	Diâmetro (mm)
CI 1 - CI 3	195,17	0,5	100
CI 3 - CI 4	224,12	0,5	125
CI 4 - CP 1	253,07	0,5	125
CI 6 - CI 5	178,27	0,5	100
CI 5 - CP 1	356,55	0,5	125
CP 1 - CI 11	609,62	0,5	200
CI 11 - CI 12	640,44	0,5	200
CI 12 - CP 4	671,26	0,5	200
CI 14 - CI 13	412,28	0,5	150
CI 13 - CP 4	617,98	1,0	150
CP 4 - CI 17	1289,24	2,0	150
CI 17 - CI 18	1302,24	2,0	150
CI 18 - CP 5	1315,24	2,0	150
CP 5 - CP 6	1315,24	2,0	150
CI 19 - CI 20	63,96	0,5	75
CI 20 - CI 21	278,95	0,5	125
CI 21 - CP 6	345,89	0,5	125
CP 6 - CP 7	1661,13	2,0	150
CI 2 - CI 8	195,17	0,5	100
CI 8 - CP 3	292,76	0,5	125
CI 7 - CP 2	97,59	0,5	100
CI 9 - CP 2	203,18	0,5	100

Continua

Continuação			
CP 2 - CP 3	300,77	0,5	125
CP 3 - CI 10	593,53	0,5	150
CI 10 - CI 15	659,72	0,5	200
CI 15 - CI 16	725,91	0,5	200
CI 16 - CI 22	836,32	1,0	150
CI 22 - CP 7	946,72	1,0	150
CP 7 - CP 8	2607,86	2,0	150

Fonte: Do Autor (2018).

4.2.9 Cálculo da vazão de projeto da bomba

Dados:

Volume de consumo diário não potável = 1000 litros

$$Q = \frac{Volume}{86400} = \frac{1}{7200} = 0,00014 \text{ m}^3/\text{s}$$

4.2.10 Cálculo do diâmetro de recalque da bomba

Dados:

Vazão (Q) = 0,00014 m³/s

$$D = 1,3 X^{1/4} * \sqrt{Q} = 1,3 x \left(\frac{2}{24}\right)^{1/4} x \sqrt{0,00014} = 0,0083 \text{ m}$$

O diâmetro de recalque adotado é de 15 mm e o de sucção 20 mm.

4.2.11 Cálculo da altura manométrica da bomba

Dados:

Vazão (Q) = 0,00014 m³/s

Diâmetro (D) = 15 mm

Comprimento equivalente (Leq) = 14,4 m

L tubo = 49,05m

Altura geométrica (Hg) = 7,25 m

$$hf = 0,000859 x \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}} x L = 0,000859 x \frac{0,00014^{1,75}}{0,015^{4,75}} x 63,45 = 4,53 \text{ m}$$

Com o resultado da perda de carga, calcula-se a altura manométrica.

$$H_{man} = H_g + hf = 7,25 + 4,53 = 11,78 \text{ m}$$

4.2.12 Cálculo da potência da bomba

Dados:

Peso específico da água (γ) = 1000 kgf/m³

Vazão (Q) = 0,00014 m³/s

H_{man} = altura manométrica = 11,78 m

Coefficiente médio de rendimento (η_b) = 0,75

$$\eta = \eta_{motor} * \eta_{bomba} = 0,86 x 0,87 = 0,75$$

$$P = \frac{\gamma x Q x H_{man}}{75 * \eta_b} = \frac{1000 x 0,00014 x 11,78}{75 x 0,75} = 0,029 \text{ Cv}$$

A potência comercial adotada será de 1/2 CV.

4.3 Especificações de materiais e serviços

Para a correta execução do projeto é necessário especificar os materiais, para que os equipamentos, serviços e materiais previstos no projeto de captação e aproveitamento de água pluvial sejam identificados, facilitando assim a execução do mesmo.

4.3.1 Materiais

4.3.1.1 Reservatório superior: deve ser na capacidade especificada no projeto, feito com o material polietileno com vedação total e segura da marca Tigre ou similar.

4.3.1.2 Reservatório inferior: deve ser de polietileno do tipo tanque, da empresa Acqualimp ou similar, com capacidade de 17m³.

4.3.1.3 Calhas: as calhas devem ser de metal galvanizado com seção retangular, seguindo as dimensões especificadas no memorial de cálculo.

4.3.1.4 Tubos e conexões dos ramais de abastecimento: os tubos e conexões dos ramais de distribuição, sub-ramais, colunas de água e barriletes deverão ser de PVC rígido, marrom, soldável, da marca tigre ou similar. Os adesivos para união dos tubos e conexões deverão ser da marca tigre, ou similar de mesma qualidade.

4.3.1.5 Registros: os registros das colunas que abastecem as torneiras e caixas de descarga deverão ser metálicos com acabamento, modelo C50 da marca Deca ou similar de mesma qualidade.

4.3.1.6 Bomba: a bomba responsável por abastecer o reservatório superior deverá ser do modelo INI 25200 da marca IMBIL, com sua especificação conforme ficha técnica do Anexo A.

4.3.1.7 Filtros: os filtros utilizados serão o Vortex WFF 300 da marca Wisi, ou similar de mesma qualidade, com capacidade para filtrar vazões provenientes de até 3000 m² de telhado, e o FPE-02 da empresa Acqualimp ou similar de mesma capacidade.

4.3.2 Equipamentos

Os equipamentos necessários para a execução dos serviços referentes a obras são, no mínimo:

- a) Andaime fachadeiro
- b) Betoneira
- c) Escada

4.3.3 Serviços

A especificação de serviços define os critérios que orientam a execução do sistema de aproveitamento de água, complementando o projeto gráfico. Cada etapa foi detalhada para uma maior clareza e segurança para quem executar cada serviço.

4.3.3.1 Reservatórios

Os reservatórios deverão ser instalados nas áreas especificadas em projeto, sendo respeitado um espaço mínimo de 60cm ao seu redor. Deverá ser verificada se a superfície da base prevista em projeto está totalmente nivelada sem a presença de pedras ou pontas que possam danificá-la. Para os furos dos encanamentos deve ser utilizada uma serra-copo compatível com a flange a ser instalada para tubulação especificada em projeto. Na ausência de uma serra-copo poderá ser feito com uma furadeira de broca fina com sucessivos furos sobre uma circunferência pré-marcada na caixa.

4.3.3.2 Condutores verticais

O condutor vertical que levará a água das calhas ao condutor horizontal deverá descer na parede externa da edificação e ser executado de acordo com as cotas e alinhamento especificados em projetos. Os tubos de PVC serão fixados com abraçadeiras de metal e parafusos sendo uma a cada 1,50m. A união dos tubos será por bolsa tipo dupla ação sendo necessário limpar a ponta e a bolsa do tubo e acomodar o anel de borracha na virola da bolsa. Após colocar o anel na virola (canaleta), aplicar a pasta lubrificante no anel e na ponta do tubo, sem usar óleo ou graxa, que poderão atacar o anel de borracha. Encaixar a ponta chanfrada do tubo no fundo da bolsa, recuar 5 mm tendo como referência a marca previamente feita na ponta do tubo.

4.3.3.3 Condutores horizontais

Os condutores horizontais que levarão a água do condutor vertical até o sistema de filtragem passarão pela área externa, conforme especificação no projeto, e deverá ser executado de acordo com as cotas e alinhamento especificados em projetos. A união dos tubos será por bolsa tipo dupla ação sendo necessário limpar a ponta e a bolsa do tubo e acomodar o anel de borracha na virola da bolsa. Após colocar o anel na virola (canaleta), aplicar a pasta lubrificante no anel e na ponta do tubo, sem usar óleo ou graxa, que poderão atacar o anel de borracha. Encaixar a ponta chanfrada do tubo no fundo da bolsa, recuar 5 mm tendo como referência a marca previamente feita na ponta do tubo.

4.3.3.4 Filtragem

O primeiro filtro será instalado logo após a última caixa de inspeção pluvial, e o segundo filtro logo após a bomba. Eles deverão ser devidamente posicionados conforme projeto.

4.3.3.5 Bomba

A bomba deverá ser instalada por um profissional capacitado, que deverá determinar as bitolas de fios e disjuntores necessários para a instalação do sistema. Este profissional fará a programação da bomba para funcionar o tempo necessário para abastecer o reservatório superior. O tempo de funcionamento e as cotas de localização e alinhamento estão especificados em projeto.

4.3.3.6 Tubulações e conexões

As tubulações e conexões dos barriletes, das colunas de água e sub-ramais de saída serão executados de acordo com os diâmetros e cotas de alinhamento especificados no projeto.

Após a saída do reservatório, os barriletes se ramificarão sobre a laje até os pontos de água fria.

As colunas de água serão embutidas nas paredes, descendo da derivação do barrilete até o ponto de ligação com caixas de descarga ou torneiras. Após as instalações concluídas os rebocos e pinturas das paredes devem ser refeitos.

As uniões das tubulações deverão ser feitas com o uso de adesivo plásticos, e as pontas dos tubos devem estar perfeitamente limpas. Utilizando uma lixa, deve-se retirar o brilho da ponta onde será feita a união para assim o adesivo fixar melhor. Deverá ser observado se o encaixe ficou perfeito para evitar possíveis vazamentos.

4.4 Quantitativos de materiais e estimativa de custo

Utilizando a Tabela de Composição de Preços para Orçamento – TCPO 14 foi efetuada a estimativa de custos de implantação do sistema de captação e aproveitamento de água pluvial, com os valores de homem hora, para oficiais e auxiliares, atualizados conforme o índice nacional de preços do consumidor de 2018. Para o levantamento de preço dos materiais e componentes do sistema foi feita uma pesquisa em casas de materiais de construção de Varginha e de Carmo da Cachoeira.

Os valores levantados são apenas os custos diretos, e os custos obtidos são apenas uma estimativa para que possamos ter uma noção de grandeza financeira.

Todos os produtos e componentes para o sistema são de excelente qualidade o que pode elevar consideravelmente o custo, mas proporciona um sistema durável e seguro. Além dos componentes, a eficiência do sistema dependerá de uma mão de obra qualificada que siga as especificações de projeto.

O levantamento dos materiais que serão utilizados está apresentado na Tabela 19 e a estimativa de custos na Tabela 20.

Tabela 19- Quantitativo de materiais.

Item	Unidade	Quantidade
Reservatório 17.000 litros	un	1,0
Caixa d'água 1.000 litros	un	1,0
Filtro Vortex WFF 300	un	1,0
Filtro PFE-02 Acqualimp	un	1,0
Bomba de água 1/2 CV	un	1,0
Válvula de retenção horizontal ø15mm	un	1,0
Registro de gaveta ø15mm	un	15,0
T em PVC rígido marrom ø32mm	un	13,0

Continua

Continuação

T em PVC rígido marrom ø40mm	un	4,0
Curva de 90° em PVC marrom rígido ø40mm	un	6,0
Joelho de 90° em PVC marrom rígido ø15mm	un	17,0
Joelho de 90° em PVC marrom rígido ø20mm	un	6,0
Joelho de 90° em PVC marrom rígido ø32mm	un	14,0
Tubo de PVC marrom rígido ø15mm	m	73,0
Tubo de PVC marrom rígido ø20mm	m	13,0
Tubo de PVC marrom rígido ø32mm	m	111,0
Tubo de PVC marrom rígido ø40mm	m	20,0
Tubo de PVC marrom rígido ø75mm	m	30,0
Tubo de PVC marrom rígido ø100mm	m	38,0
Tubo de PVC marrom rígido ø125mm	m	11,0
Tubo de PVC marrom rígido ø150mm	m	115,0
Calha em metal galvanizado 100mmx80mm	m	131,0
Calha em metal galvanizado 110mmx100mm	m	63,0
Calha em metal galvanizado 130mmx110mm	m	11,0
Curva de 45° em PVC rígido branco ø50mm	un	12,0
Curva de 45° em PVC rígido branco ø75mm	un	28,0
Curva de 45° em PVC rígido branco ø100mm	un	12,0
Curva de 45° em PVC rígido branco ø125mm	un	2,0
Joelho de 90° em pvc rígido branco ø50mm	un	6,0
Joelho de 90° em pvc rígido branco ø75mm	un	14,0
Joelho de 90° em pvc rígido branco ø100mm	un	6,0
Joelho de 90° em pvc rígido branco ø125mm	un	1,0
Tubo de PVC branco rígido ø50mm	m	17,0
Tubo de PVC branco rígido ø75mm	m	40,0
Tubo de PVC branco rígido ø100mm	m	17,0
Tubo de PVC branco rígido ø125mm	m	3,0
Anel de vedação de borracha ø50mm	un	30,0
Anel de vedação de borracha ø75mm	un	76,0
Anel de vedação de borracha ø100mm	un	40,0
Anel de vedação de borracha ø125mm	un	15,0
Anel de vedação de borracha ø150mm	un	32,0
Caixa múltipla de inspeção e passagem Tigre	un	30,0
Abraçadeira metálica tipo U para tubo de ø50mm	un	12,0
Abraçadeira metálica tipo U para tubo de ø75mm	un	28,0
Abraçadeira metálica tipo U para tubo de ø100mm	un	12,0
Abraçadeira metálica tipo U para tubo de ø125mm	un	2,0
Boia	un	1,0
Adesivo para PVC 175g	un	40,0
Parafuso e bucha de 8mm para abraçadeiras	un	108,0
Vaso sanitário com caixa de descarga acoplada	un	7,0
Torneira de jardim metálica ø20mm	un	4,0

Fonte: Do Autor (2018).

Tabela 20- Estimativa de custo do projeto.

Item	Discriminação	Unid.	Quant.	Pr. Unitário	Pr. Total
1 Sistema Elevatório					
1.2	Bomba de água 1/2 CV	un	1,00	R\$ 440,55	R\$ 440,55
1.3	Tubo de PVC marrom rígido ø15mm	m	54,00	R\$ 2,55	R\$ 137,70
1.5	Joelho de 90° em PVC marrom rígido ø15mm	un	6,00	R\$ 0,45	R\$ 2,70
1.10	Registro de gaveta ø15mm	un	1,00	R\$ 35,00	R\$ 35,00
1.12	Válvula de retenção horizontal ø15mm	un	1,00	R\$ 35,00	R\$ 35,00
1.13	Filtro Vortex WFF 300	un	1,00	R\$8.981,00	R\$ 8.981,00
1.14	Filtro PFE-02 Acqualimp	un	1,00	R\$ 250,00	R\$ 250,00
1.15	Instalação das bombas elétricas	vb	1,00	R\$1.254,40	R\$ 1.254,40
Subtotal				R\$	11.136,35
2 Reservatórios					
2.1	Escavação e reaterro de vala	m³	30,50	R\$ 71,25	R\$ 2.173,13
2.2	Reservatório 17.000 litros	un	1,00	R\$7.127,00	R\$ 7.127,00
2.3	Boia	un	1,00	R\$ 30,57	R\$ 30,57
2.4	Instalação	vb	1,00	R\$ 911,68	R\$ 911,68
Subtotal				R\$	10.242,38
3 Sistema de Distribuição					
3.1	Caixa d'água 1.000 litros	un	1,00	R\$ 299,00	R\$ 299,00
3.2	Registro de gaveta ø15mm	un	14,00	R\$ 35,00	R\$ 490,00
3.3	T em PVC rígido marrom ø32mm	un	13,00	R\$ 11,59	R\$ 150,67
3.4	T em PVC rígido marrom ø40mm	un	4,00	R\$ 13,45	R\$ 53,80
3.5	Curva de 90° em PVC marrom rígido ø40mm	un	6,00	R\$ 4,48	R\$ 26,88
3.6	Joelho de 90° em PVC marrom rígido ø15mm	un	17,00	R\$ 0,45	R\$ 7,65
3.7	Joelho de 90° em PVC marrom rígido ø20mm	un	6,00	R\$ 0,75	R\$ 4,50
3.8	Joelho de 90° em PVC marrom rígido ø32mm	un	14,00	R\$ 1,15	R\$ 16,10
3.9	Tubo de PVC marrom rígido ø15mm	m	73,00	R\$ 2,55	R\$ 186,15
3.10	Tubo de PVC marrom rígido ø20mm	m	13,00	R\$ 3,15	R\$ 40,95
3.11	Tubo de PVC marrom rígido ø32mm	m	111,00	R\$ 6,96	R\$ 772,56
3.12	Tubo de PVC marrom rígido ø40mm	m	20,00	R\$ 8,97	R\$ 179,40
3.13	Adesivo para PVC 175g	un	40,00	R\$ 11,90	R\$ 476,00
3.14	Vaso sanitário com caixa de descarga acoplada	un	7,00	R\$ 179,90	R\$ 1.259,30
3.15	Torneira de jardim metálica ø20mm	un	4,00	R\$ 15,97	R\$ 63,88
3.16	Instalação do sistema	vb	1	R\$4.807,85	R\$ 4.807,85
Subtotal				R\$	8.834,69
4 Sistema de Condução de Água Pluvial					
4.1	Calha em metal galvanizado 100mmx80mm	m	131,00	R\$ 10,16	R\$ 1.330,96
4.2	Calha em metal galvanizado 110mmx100mm	m	63,00	R\$ 13,97	R\$ 880,11
4.3	Calha em metal galvanizado 130mmx110mm	m	11,00	R\$ 15,24	R\$ 167,64
4.4	Tubo de PVC marrom rígido ø75mm	m	30,00	R\$ 13,40	R\$ 402,00

Continua

Continuação

4.5	Tubo de PVC marrom rígido ø100mm	m	38,00	R\$	18,65	R\$	708,70
4.6	Tubo de PVC marrom rígido ø125mm	m	11,00	R\$	26,67	R\$	293,37
4.7	Tubo de PVC marrom rígido ø150mm	m	115,00	R\$	31,50	R\$	3.622,50
4.8	Curva de 45° em PVC rígido branco ø50mm	un	12,00	R\$	2,41	R\$	28,92
4.9	Curva de 45° em PVC rígido branco ø75mm	un	28,00	R\$	4,99	R\$	139,72
4.10	Curva de 45° em PVC rígido branco ø100mm	un	12,00	R\$	6,49	R\$	77,88
4.11	Curva de 45° em PVC rígido branco ø125mm	un	2,00	R\$	9,85	R\$	19,70
4.12	Joelho de 90° em pvc rígido branco ø50mm	un	6,00	R\$	1,49	R\$	8,94
4.13	Joelho de 90° em pvc rígido branco ø75mm	un	14,00	R\$	4,91	R\$	68,74
4.14	Joelho de 90° em pvc rígido branco ø100mm	un	6,00	R\$	6,58	R\$	39,48
4.15	Joelho de 90° em pvc rígido branco ø125mm	un	1,00	R\$	10,15	R\$	10,15
4.16	Tubo de PVC branco rígido ø50mm	m	17,00	R\$	5,20	R\$	88,40
4.17	Tubo de PVC branco rígido ø75mm	m	40,00	R\$	7,42	R\$	296,80
4.18	Tubo de PVC branco rígido ø100mm	m	17,00	R\$	10,71	R\$	182,07
4.19	Tubo de PVC branco rígido ø125mm	m	3,00	R\$	13,67	R\$	41,01
4.20	Anel de vedação de borracha ø50mm	un	30,00	R\$	0,88	R\$	26,40
4.21	Anel de vedação de borracha ø75mm	un	76,00	R\$	1,28	R\$	97,28
4.22	Anel de vedação de borracha ø100mm	un	40,00	R\$	1,53	R\$	61,20
4.23	Anel de vedação de borracha ø125mm	un	15,00	R\$	1,84	R\$	27,60
4.24	Anel de vedação de borracha ø150mm	un	32,00	R\$	2,19	R\$	70,08
4.25	Caixa múltipla de inspeção e passagem Tigre	un	30,00	R\$	63,90	R\$	1.917,00
4.26	Abraçadeira metálica tipo U p/ tubo de ø50mm	un	12,00	R\$	1,42	R\$	17,04
4.27	Abraçadeira metálica tipo U p/ tubo de ø75mm	un	28,00	R\$	1,99	R\$	55,72
4.28	Abraçadeira metálica tipo U p/ tubo de ø100mm	un	12,00	R\$	2,19	R\$	26,28
4.29	Abraçadeira metálica tipo U p/ tubo de ø125mm	un	2,00	R\$	2,43	R\$	4,86
4.30	Parafuso e bucha de 8mm para abraçadeiras	un	108,00	R\$	0,67	R\$	72,36
4.31	Instalação do sistema	vb	1,00	R\$	6.005,36	R\$	6.005,36
Subtotal					R\$		16.788,27
Total					R\$		47.001,69

Fonte: Do Autor (2018).

5 RETORNO DO INVESTIMENTO

Com a caracterização de consumo de água não potável da edificação e a informação de consumo total atual, pode-se efetuar um estudo para identificar a economia que a implantação do sistema de captação e aproveitamento de água pluvial poderá oferecer para a edificação do Lar São Vicente de Paulo, e com isso determinar o prazo de retorno do investimento.

O asilo tem um consumo atual de 57,08 m³ mensais de água potável em todas as atividades da edificação, sendo que algumas delas podem ser supridas pelo aproveitamento de água de chuva. O gasto médio atual com água da edificação é de R\$688,03 (seiscentos e oitenta e oito reais e três centavos). Com a implantação do sistema de captação e aproveitamento de água pluvial, é gerada uma economia de 28,42 m³ no consumo de água, o que representa financeiramente R\$395,44 (trezentos e noventa e cinco reais e quarenta e quatro centavos), utilizando a tarifa da companhia de saneamento responsável pela cidade de Carmo da Cachoeira para o ano de 2018, de R\$13,91 (treze reais e noventa e um centavos) por metro cúbico.

Efetuada uma comparação dos dados de custo estimado de implantação do sistema e da economia gerada nessa implantação, chegou-se no tempo aproximado de retorno do investimento realizado, *payback*, que resultou em nove anos e onze meses.

Porém não é somente a questão econômica que deve ser considerada ao analisar a viabilidade do projeto. Os problemas com escassez de água é uma realidade que tende a piorar com o passar dos anos, podendo levar o sistema de distribuição hídrico a situações críticas. Com o grande avanço tecnológico, o crescimento demográfico desordenado juntamente com o uso incorreto da água, intensificam esse problema da escassez hídrica. Com isso se faz necessário conscientizar a população quanto ao uso de fontes alternativas de consumo, para que haja desenvolvimento de projetos sustentáveis com mais frequência a fim de garantir a preservação da água para que as próximas gerações não sofram com a falta de água pela omissão da população de hoje.

A criação de políticas públicas referente ao tema é necessária, intensificando a cobrança de projetos de aproveitamento de água pluvial em novos empreendimentos, tanto residenciais quanto comerciais e industriais. Os municípios devem incorporar em seus códigos de obra a obrigatoriedade desse projeto, pois o mesmo ajuda a evitar problemas de enchentes e inundações, causados pelos ineficientes sistemas de drenagem

urbana. A cobrança deve ser reforçada em cima dos grandes empreendimentos, que são grandes consumidores de água, como condomínios, indústrias, escolas, hotéis, hospitais, etc.

Há uma necessidade de mudança de pensamento, hábitos e condutas quanto ao uso da água. A população se conscientizar quanto ao desperdício e buscar aproveitar a água de chuva, e os profissionais de engenharia e projetistas incentivar a implantação desse sistema, mostrando seus benefícios financeiros e para o meio ambiente.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento deste projeto possibilitou a compreensão do funcionamento e dimensionamento de um sistema de captação e aproveitamento de água pluvial, e também estimar o custo do mesmo. As literaturas utilizadas para o dimensionamento são de profissionais com grande experiência na área hidráulica, como Azevedo Netto e Plínio Tomaz.

Com o diagnóstico pôde-se conhecer melhor as instalações da edificação e assim verificar sua necessidade quanto ao consumo de água não potável, com isso analisar e comparar sua demanda com a disponibilidade e volume possível de captação. Com as análises efetuadas, verificou-se a grande área de captação do prédio, podendo gerar um volume considerável de água pluvial para suprir a demanda caracterizada, além de possuir disponibilidade de espaço para locação dos componentes necessários.

A possibilidade da implantação do sistema foi demonstrada através de uma análise de viabilidade econômica, efetuada utilizando o levantamento de materiais e serviços, e assim chegando em um custo estimado. Mas o impacto ambiental positivo que o sistema gera é um fator a ser considerado ao avaliar sua viabilidade, devido a preservação dos recursos hídricos e a sua sustentabilidade.

Com a implantação do sistema, o asilo deverá fazer um investimento inicial, que será retornado a longo prazo, com seu tempo de retorno de aproximadamente nove anos e onze meses. Porém, como se trata de uma instituição sem fins lucrativos e que sobrevive com a ajuda da comunidade, o investimento inicial deve ser pensado de modo a buscar parcerias, seja ela por meio dos governos municipais e estaduais ou até mesmo com a ajuda da iniciativa privada, visando uma redução dos gastos da instituição.

Portanto, o desenvolvimento do projeto de captação e aproveitamento de água pluvial para o Lar São Vicente de Paulo de Carmo da Cachoeira esclarece pontos referentes ao seu dimensionamento e suas características. Com conceitos e parâmetros relacionados ao tema demonstra também a simplicidade com que se pode preservar os recursos naturais, utilizando esse meio alternativo e consciente de consumo de água.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMA TÉCNICAS. **NBR 10.844**: instalações prediais de águas pluviais: procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMA TÉCNICAS. **NBR 15.527**: água de chuva: aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis: requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMA TÉCNICAS. **NBR 5626**: instalação predial de água fria. Rio de Janeiro: ABNT, 1998.

AZEVEDO NETTO, J. M., et al. **Manual de hidráulica**. Ed. Edgard Blücher Ltda, 8ª Edição, São Paulo, 1998.

BOTELHO, M. H. C. **Águas de Chuva: Engenharia das águas pluviais nas cidades**. São Paulo: Edgar Blucher, 2011.

CASA EFICIENTE: **Uso racional da água**. Florianópolis, v. 3, 2010.

GHISI, E. Aproveitamento e uso racional de água e tratamento de efluentes: especialização em arquitetura sustentável e bioclimática. 2004 a 2011. 17 f. Notas de Aula. Mimeografado.

Hidroweb – Sistema de Informações Hidrológicas, ANA. 2018.

TCPO 14 - **Tabela de Composição de Preços para Orçamento**, Editora Pini.

TESTON, Andréa. **Aproveitamento de Água da Chuva**: um estudo qualitativo entre os principais sistemas. 2012. 106 f. Monografia (Especialização em Construções Sustentáveis) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de Água de Chuva: aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis**, 2 ed. São Paulo: Navegar, 2005.

APÊNDICE A

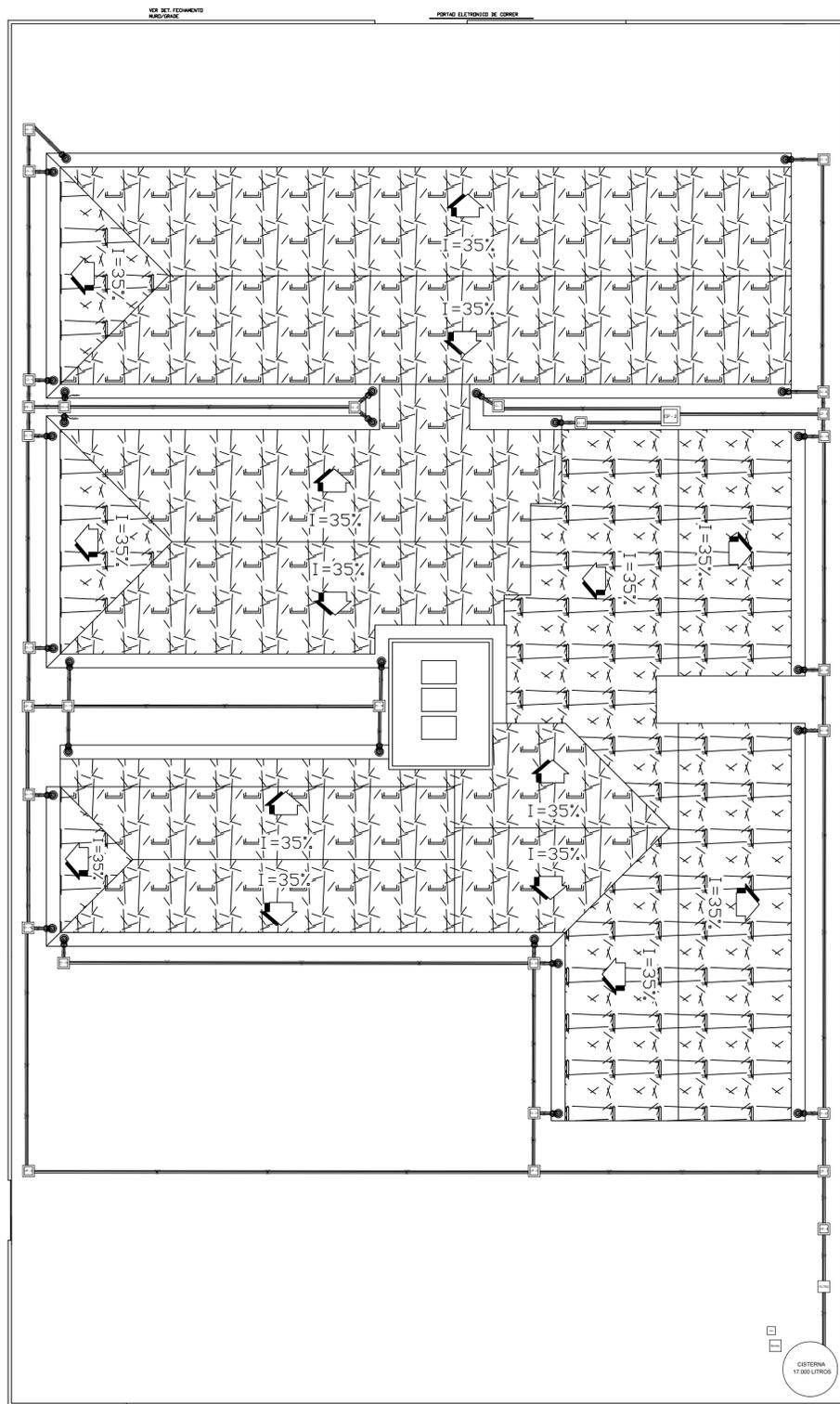
Apêndice A - Planilha de Cálculo de Instalações Prediais de Água Fria

Pontos		Pesos	Vazão (l/s)	Diâmetro [mm]	Área [m²]	Velocidade [m/s]	Comprimentos das Tubulações [m]				Perda de carga no Trecho [mca]	Elevação [m]		Pressão Efetiva [mca] Pe = Pdisp. - Elevação		
M	J	Acumulado	$0,30 \cdot \sqrt{P}$	Tabela Diâmetro X Velocidade	$A = \frac{\pi D^2}{4}$	$V = \frac{Q}{A}$	Real	Equivalentes			Total	$hf = 0,000859 \cdot \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}} \cdot L_{total}$	M	J	M	J
								Quantidade	Peças	L eq						
CX	B1.1	0,40	0,19	40,00	1,257E-03	0,15	1,75	1	Saída de reservatório	3,2	6,85	0,01	4,45	2,95	0,00	1,49
								2	Curva 90°	1,2						
								1	Registro de gaveta	0,7						
B1.1	AF-10	0,40	0,19	32,00	8,0425E-04	0,24	9,95	1	T passagem lateral	4,6	16,55	0,05	2,95	2,95	1,49	1,44
								1	Joelho 90°	2						
AF-10	T-2	0,40	0,19	20,00	3,1416E-04	0,60	2,7	1	Registro de gaveta	0,1	5	0,15	2,95	0,30	1,44	3,93
								2	Joelho 90°	1,1						
CX	B1.2	1,40	0,35	40,00	1,257E-03	0,28	4,8	1	Saída de reservatório	3,2	9,9	0,03	4,45	2,95	0,00	1,47
								2	Curva 90°	1,2						
								1	Registro de gaveta	0,7						
B1.2	AF-2	0,30	0,16	32,00	8,0425E-04	0,20	8,65	1	T passagem lateral	4,6	15,25	0,04	2,95	2,95	1,47	1,43
								1	Joelho 90°	2						
AF-2	VS-2	0,30	0,16	15,00	1,7671E-04	0,93	2,7	1	Registro de gaveta	0,1	5	0,47	2,95	0,30	1,43	3,60
								2	Joelho 90°	1,1						
B1.2	B1.3	1,10	0,31	32,00	8,0425E-04	0,39	1,75	1	T passagem direta	2,2	3,95	0,03	2,95	2,95	1,47	1,43
B1.3	AF-1	0,30	0,16	32,00	8,0425E-04	0,20	9,0	1	T passagem direta	2,2	15,2	0,04	2,95	2,95	1,43	1,39
								2	Joelho 90°	2						
AF-1	VS-1	0,30	0,16	15,00	1,7671E-04	0,93	2,7	1	Registro de gaveta	0,1	5	0,47	2,95	0,30	1,39	3,57
								2	Joelho 90°	1,1						
B1.3	B1.4	0,80	0,27	32,00	8,0425E-04	0,33	2,1	1	T passagem direta	2,2	4,3	0,03	2,95	2,95	1,43	1,41
B1.4	AF-9	0,40	0,19	32,00	8,0425E-04	0,24	2,35	1	T passagem lateral	4,6	8,95	0,03	2,95	2,95	1,41	1,38
								1	Joelho 90°	2						
AF-9	T-3	0,40	0,19	20,00	3,1416E-04	0,60	2,7	1	Registro de gaveta	0,1	5	0,15	2,95	0,30	1,38	3,87
								2	Joelho 90°	1,1						
B1.4	AF-8	0,40	0,19	32,00	8,0425E-04	0,24	21,25	1	T passagem direta	2,2	27,45	0,09	2,95	2,95	1,41	1,32
								2	Joelho 90°	2						
AF-8	T-4	0,40	0,19	20,00	3,1416E-04	0,60	4,55	1	Registro de gaveta	0,1	6,85	0,21	2,95	0,30	1,32	3,75
								2	Joelho 90°	1,1						
CX	B1.5	1,90	0,41	40,00	1,2566E-03	0,33	3,55	1	Saída de reservatório	3,2	9,85	0,04	4,45	2,95	0,00	1,46
								2	Curva 90°	1,2						
								1	Registro de gaveta	0,7						
B1.5	AF-3	0,30	0,16	32,00	8,0425E-04	0,20	15,85	1	T passagem lateral	2,3	19,25	0,05	2,95	2,95	1,46	1,41
								1	Joelho 90°	1,1						
AF-3	VS-3	0,30	0,16	15,00	1,7671E-04	0,93	2,7	1	Registro de gaveta	0,1	5	0,47	2,95	0,30	1,41	3,58
								2	Joelho 90°	1,1						
B1.5	B1.6	1,60	0,38	40,00	1,2566E-03	0,30	4,8	1	T passagem direta	2,2	7	0,03	2,95	2,95	1,46	1,43
B1.6	AF-4	0,30	0,16	32,00	8,0425E-04	0,20	5,85	1	T passagem lateral	4,6	12,45	0,03	2,95	2,95	1,43	1,40
								1	Joelho 90°	2						
AF-4	VS-4	0,30	0,16	15,00	1,7671E-04	0,93	2,7	1	Registro de gaveta	0,1	5	0,47	2,95	0,30	1,40	3,57
								2	Joelho 90°	1,1						
B1.6	B1.7	1,30	0,34	40,00	1,2566E-03	0,27	0,90	1	T passagem direta	2,2	3,1	0,01	2,95	2,95	1,43	1,42

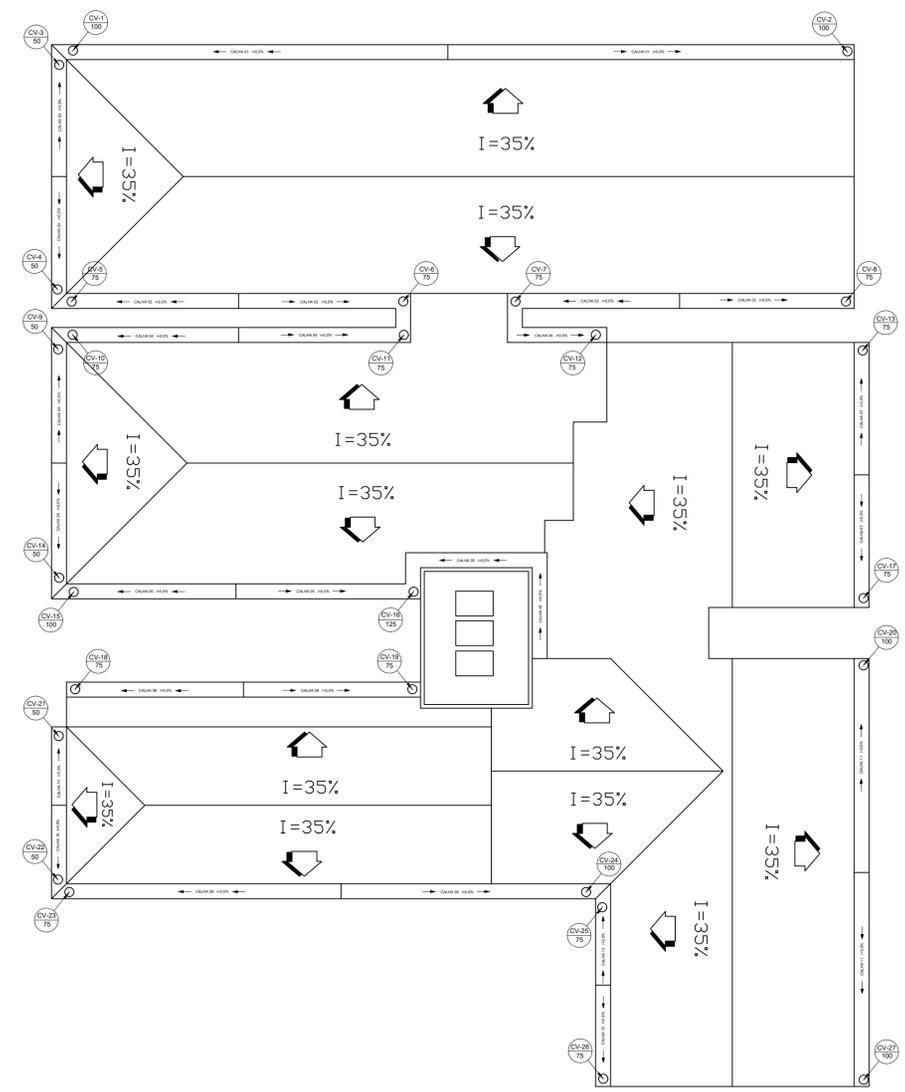
Apêndice A - Planilha de Cálculo de Instalações Prediais de Água Fria

Pontos		Pesos	Vazão (l/s)	Diâmetro [mm]	Área [m²]	Velocidade [m/s]	Comprimentos das Tubulações [m]				Perda de carga no Trecho [mca]	Elevação [m]		Pressão Efetiva [mca] Pe = Pdisp. - Elevação		
M	J	Acumulado	$0,30 \cdot \sqrt{P}$	Tabela Diâmetro X Velocidade	$A = \frac{\pi D^2}{4}$	$V = \frac{Q}{A}$	Real	Equivalentente			$hf = 0,000859 \cdot \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}} \cdot L_{total}$	M	J	M	J	
							Quantidade	Peças	L eq	Total						
B1.7	AF-5	0,30	0,16	32,00	8,0425E-04	0,20	4,75	1	T passagem lateral	4,6	11,35	0,03	2,95	2,95	1,42	1,39
							1	Joelho 90°	2							
AF-5	VS-5	0,30	0,16	15,00	1,7671E-04	0,93	2,7	1	Registro de gaveta	0,1	5	0,47	2,95	0,30	1,39	3,57
							2	Joelho 90°	1,1							
B1.7	B1.8	1,00	0,30	40,00	1,2566E-03	0,24	1,1	1	T passagem direta	2,2	3,3	0,01	2,95	2,95	1,42	1,41
B1.8	AF-11	0,40	0,19	32,00	8,0425E-04	0,24	2,3	1	T passagem lateral	4,6	8,9	0,03	2,95	2,95	1,41	1,38
							1	Joelho 90°	2							
AF-11	T-1	0,40	0,19	20,00	3,1416E-04	0,60	2,7	1	Registro de gaveta	0,1	5	0,15	2,95	0,30	1,38	3,88
							2	Joelho 90°	1,1							
B1.8	B1.9	0,60	0,23	40,00	1,2566E-03	0,18	3,15	1	T passagem direta	2,2	5,35	0,01	2,95	2,95	1,41	1,40
B1.9	AF-6	0,30	0,16	32,00	8,0425E-04	0,20	15,85	1	T passagem lateral	4,6	22,45	0,06	2,95	2,95	1,40	1,34
							1	Joelho 90°	2							
AF-6	VS-6	0,30	0,16	15,00	1,7671E-04	0,93	2,7	1	Registro de gaveta	0,1	5	0,47	2,95	0,30	1,34	3,52
							2	Joelho 90°	1,1							
B1.9	AF-7	0,30	0,16	32,00	8,0425E-04	0,20	11,2	1	T passagem direta	2,2	17,4	0,04	2,95	2,95	1,40	1,36
							2	Joelho 90°	2							
AF-7	VS-7	0,30	0,16	15,00	1,7671E-04	0,93	2,7	1	Registro de gaveta	0,1	5	0,47	2,95	0,30	1,36	3,53
							2	Joelho 90°	1,1							

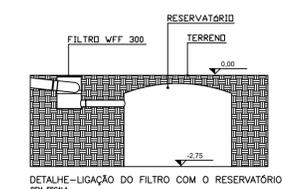
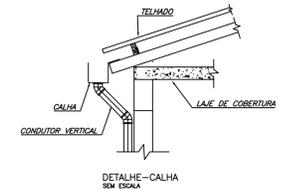
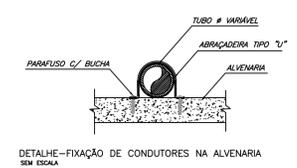
APÉNDICE B



Traçado de condutores horizontais
ESCALA 1:125



Calhas e pontos de condutores verticais
ESCALA 1:125



Legenda	
	CONDUTOR VERTICAL DE ÁGUA PLUVIAL INDICADO
	CAIXA DE PASSAGEM DE CONDUTORES
	CAIXA DE INSPEÇÃO DE CONDUTORES
	SENTIDO DO ESCOAMENTO DAS TUBULAÇÕES

Identificação	b (cm)	h (cm)	Comprimento (m)
C 01	11	10	32,00
C 02	11	10	12,20
C 03	10	8	27,20
C 04	11	10	18,45
C 05	13	10	11,00
C 06	10	8	25,00
C 07	10	8	10,70
C 08	10	8	14,25
C 09	10	8	7,00
C 10	10	8	17,20
C 11	10	8	22,00
C 12	10	8	7,60

Trecho	Diâmetro (mm)	Comprimento (m)
CI 1 - CI 3	100	1,30
CI 3 - CI 4	100	8,60
CI 4 - CP 1	125	0,70
CI 6 - CI 5	100	12,10
CI 5 - CP 1	125	1,10
CP 1 - CI 11	150	0,80
CI 11 - CI 12	150	8,70
CI 12 - CP 4	150	2,00
CI 14 - CI 13	150	13,00
CI 13 - CP 4	150	1,30
CP 4 - CI 17	150	3,40
CI 17 - CI 18	150	5,30
CI 18 - CP 5	150	10,00
CP 5 - CP 6	150	21,50
CI 19 - CI 20	75	20,00
CI 20 - CI 21	125	6,00
CI 21 - CP 6	125	2,00
CP 6 - CP 7	150	12,00
CI 2 - CI 8	100	9,60
CI 8 - CP 3	125	0,50
CI 7 - CP 2	75	6,80
CI 9 - CP 2	75	3,20
CP 2 - CP 3	100	6,00
CP 3 - CI 10	150	0,50
CI 10 - CI 15	150	9,60
CI 15 - CI 16	150	2,20
CI 16 - CI 22	150	16,00
CI 22 - CP 7	150	2,00
CP 7 - CP 8	150	2,00

ENFEREIRO
RUA ANTONIO JUSTINIANO DOS REIS, 716
CENTRO, CAMPO DA CACHOEIRA/MG

PROPRIETÁRIO
LARI, SADI VICENTE DE PAULI

CATEGORIA DE USO
INSTITUCIONAL

SITUAÇÃO
SEM ESCALA

DECLARA QUE A APROVAÇÃO DO PROJETO NÃO IMPLICA O RECONHECIMENTO PELA PARTE DA PROPOSTA PARA O EXERCÍCIO DE PROFISSÃO DE TÉCNICO

RESP. ESTABELECIMENTO

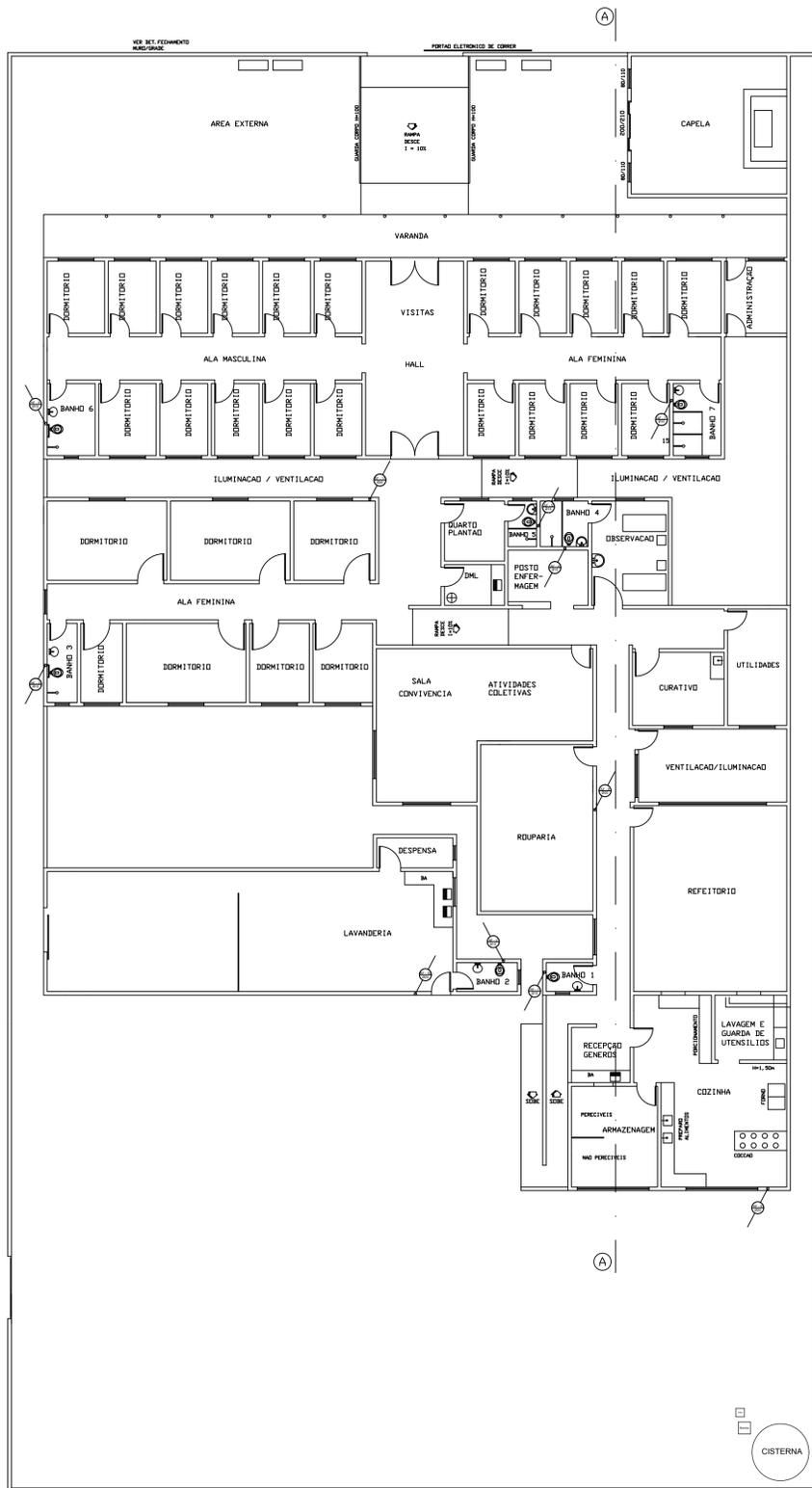
RESP. TÉCNICO

DATA
OUTUBRO/2018

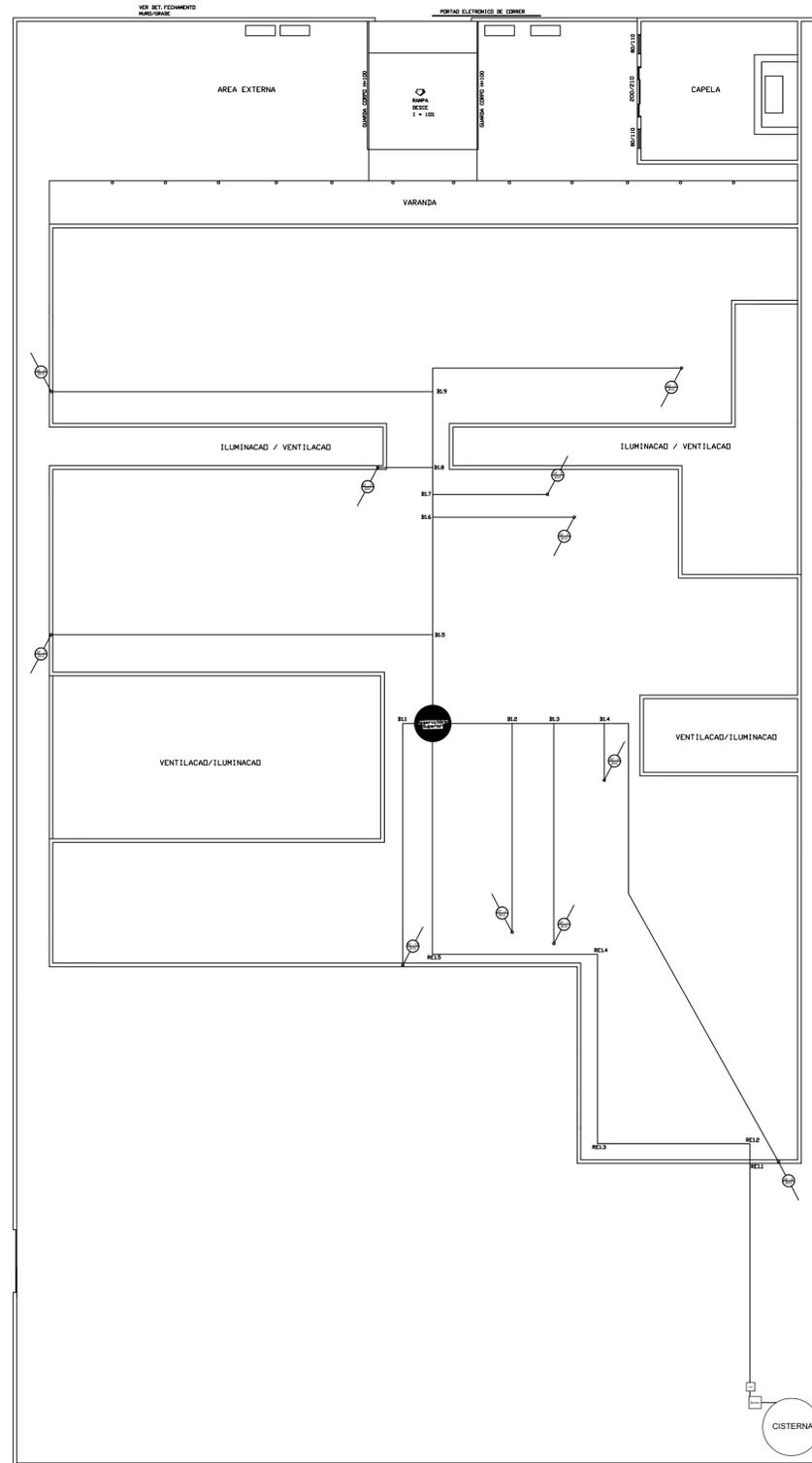
IDENTIFICAÇÃO
PROJETO: B
CONTEÚDO
CALHAS E CONDUTORES
ESCALA 1/100

FRANCA
UNICA

APÊNDICE C



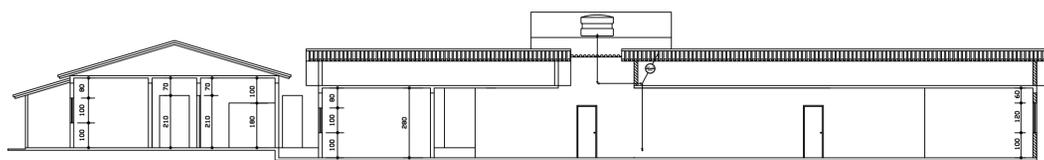
Pontos de água fria
ESCALA 1:125



Traçado de barriletes e tubulação de recalque sobre a laje
ESCALA 1:125

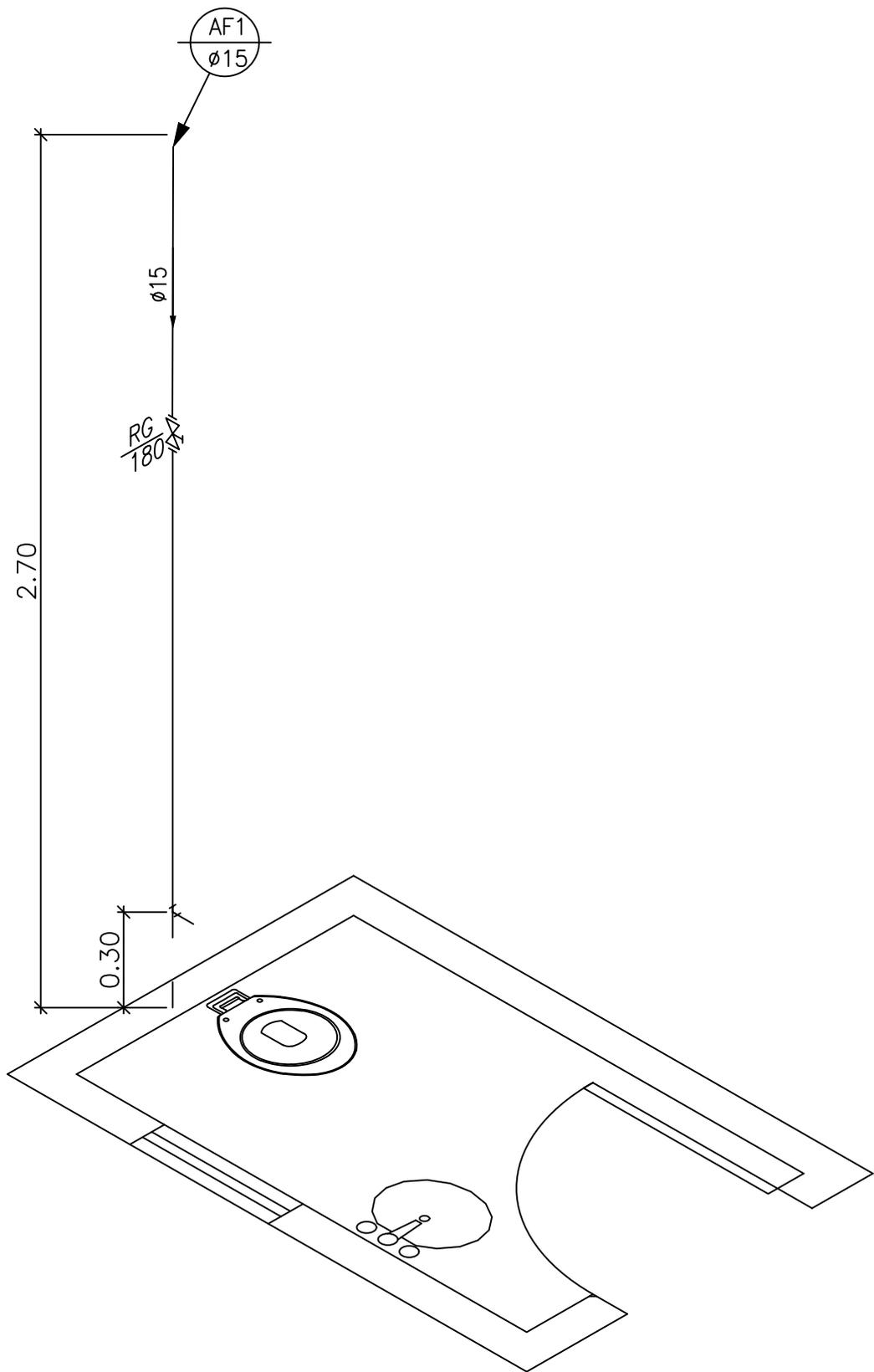
Tabela 01 - Diâmetros e comprimento das tubulações			
Trecho		Diâmetro (mm)	Comprimento (m)
CX	B1.1	40,00	1,75
B1.1	AF-10	32,00	9,95
AF-10	T-2	20,00	2,70
CX	B1.2	40,00	4,80
B1.2	AF-2	32,00	8,65
AF-2	VS-2	15,00	2,70
B1.2	B1.3	32,00	1,75
B1.3	AF-1	32,00	9,00
AF-1	VS-1	15,00	2,70
B1.3	B1.4	32,00	2,10
B1.4	AF-9	32,00	2,35
AF-9	T-3	20,00	2,70
B1.4	AF-8	32,00	21,25
AF-8	T-4	20,00	4,55
CX	B1.5	40,00	3,55
B1.5	AF-3	32,00	15,85
AF-3	VS-3	15,00	2,70
B1.5	B1.6	40,00	4,80
B1.6	AF-4	32,00	5,85
AF-4	VS-4	15,00	2,70
B1.6	B1.7	40,00	0,90
B1.7	AF-5	32,00	4,75
AF-5	VS-5	15,00	2,70
B1.7	B1.8	40,00	1,10
B1.8	AF-11	32,00	2,30
AF-11	T-1	20,00	2,70
B1.8	B1.9	40,00	3,15
B1.9	AF-6	32,00	15,85
AF-6	VS-6	15,00	2,70
B1.9	AF-7	32,00	11,20
AF-7	VS-7	15,00	2,70
Bomba	RE1.1	15,00	9,40
RE1.1	RE1.2	15,00	4,40
RE1.2	RE1.3	15,00	4,75
RE1.3	RE1.4	15,00	5,90
RE1.4	RE1.5	15,00	5,15
RE1.5	CX	15,00	8,35

ENGENHEIRO RUA ANTONIO JUSTINIANO DOS REIS, 716 CENTRO, CAMPO DA CACHEIRA/MG		DATA 21.02.2018	
PROPRIETÁRIO LARI S&D VICENTE DE PAULI		COC / CPF / CNPJ 21.425.244/0001-96	
CORRETOR/DIRA			
CATEGORIA DE USO INSTITUCIONAL			
SITUAÇÃO		SEM ESCALA	
		DECLARO QUE A APROVAÇÃO DO PROJETO FOI REALIZADA DE ACORDO COM O PROJETO DE CAPTAÇÃO E APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL, EM CONFORMIDADE COM O DECRETO Nº 11.220/2010 DO GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS.	
SINOPSE DE ÁREAS		RESP. F. ESTABELECIMENTO	
		AUTOR DO PROJ. MARIELA AVELINA LOPES	
		RESP. TÉCNICO	
		DATA OUTUBRO/2018	
APROVAÇÕES			
IDENTIFICAÇÃO APROVEDOR: C PROJETO DE CAPTAÇÃO E APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL		FRANCA	
CONTEÚDO PONTOS DE ÁGUA FRIA, BARRILETES E TUBULAÇÃO DE RECALQUE		UNICA	
ESCALA 1:100			



Corte AA
ESCALA 1:125

APÉNDICE D



APÊNDICE D

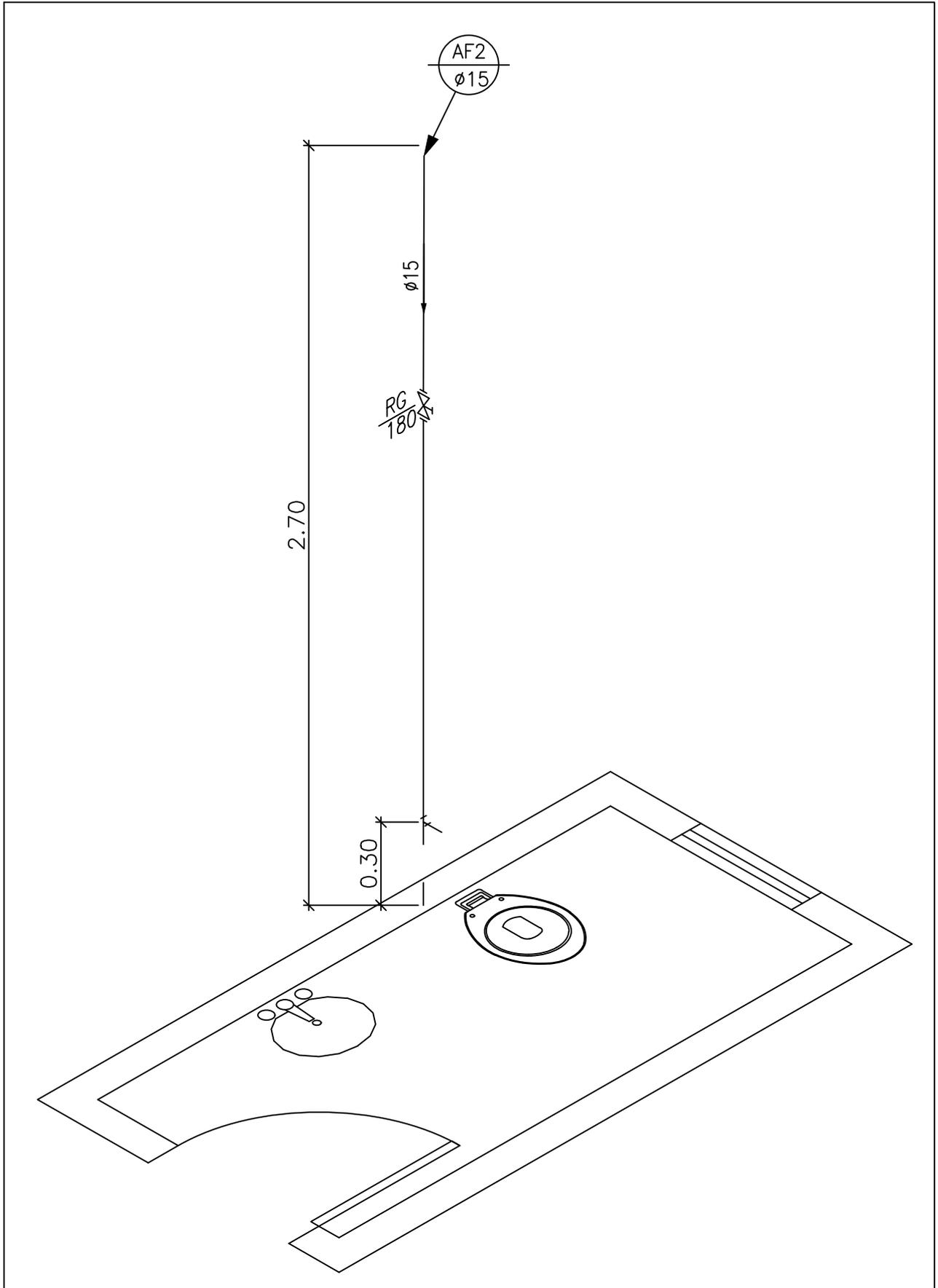
1/7

Escala
S/E

CARMO DA CACHOEIRA

ISOMÉTRICO - BANHEIRO 01

APÉNDICE E



APÊNDICE E

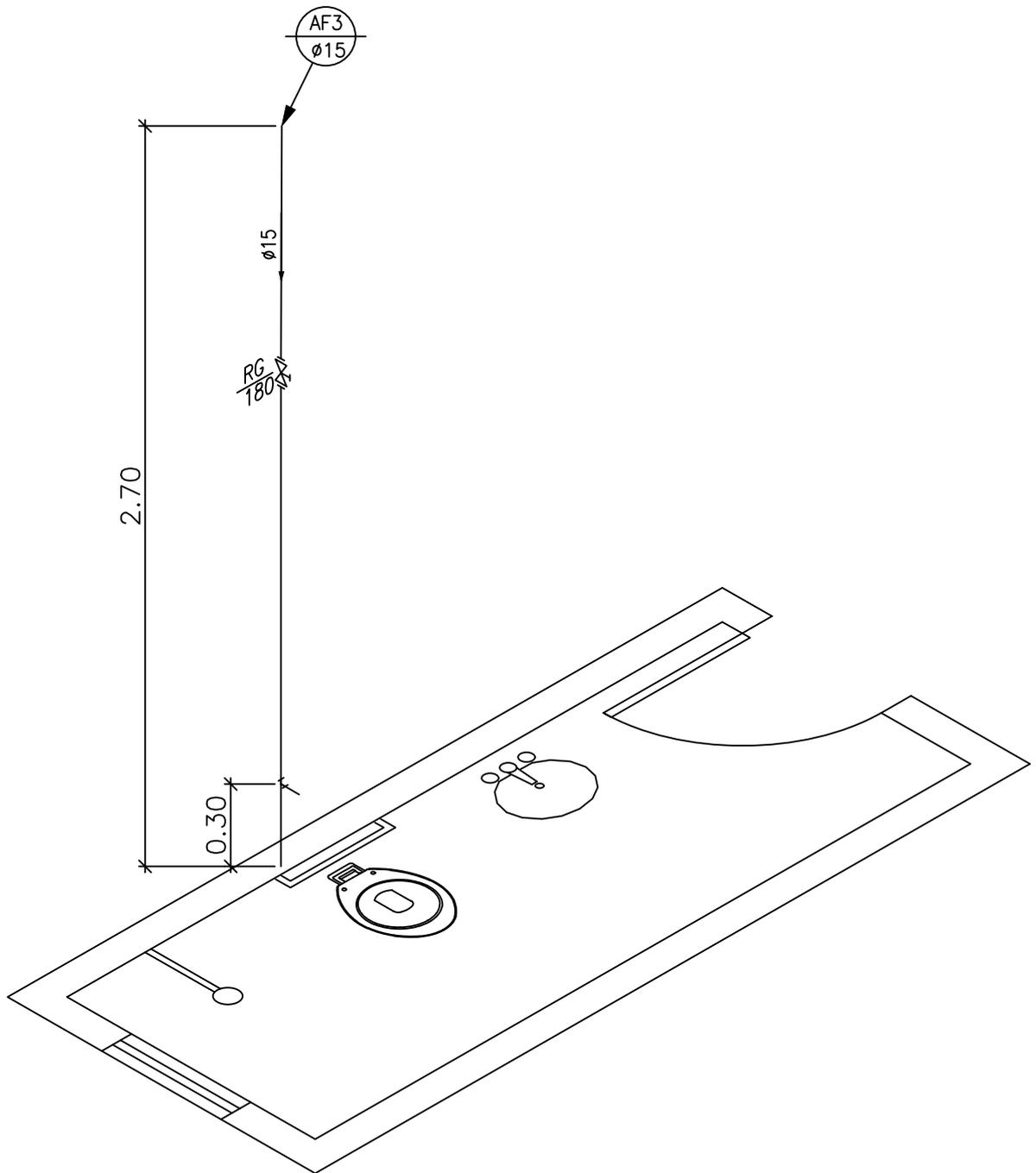
2/7

Escala
S/E

CARMO DA CACHOEIRA

ISOMÉTRICO - BANHEIRO 02

APÉNDICE F



APÊNDICE F

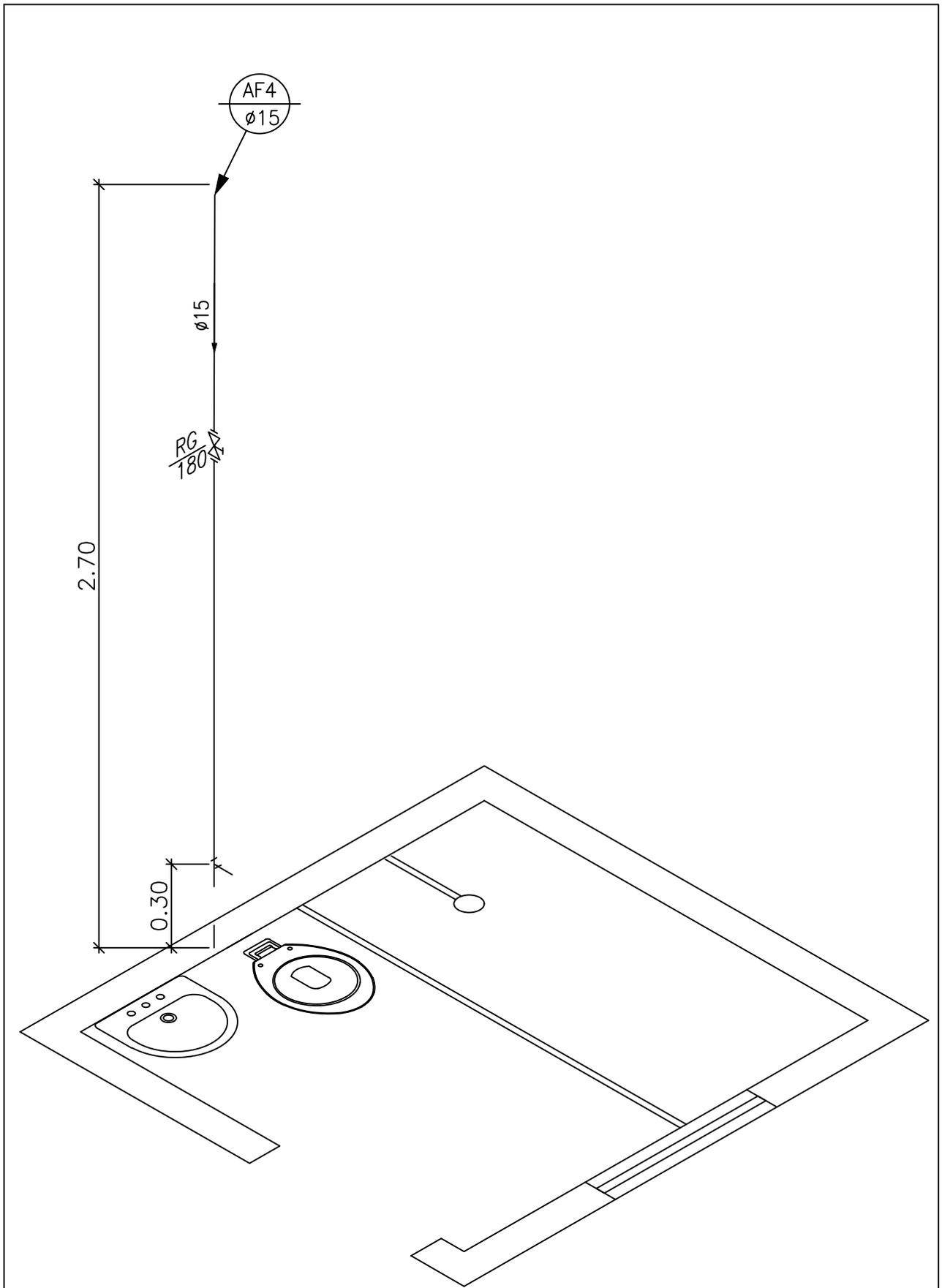
3/7

Escala
S/E

CARMO DA CACHOEIRA

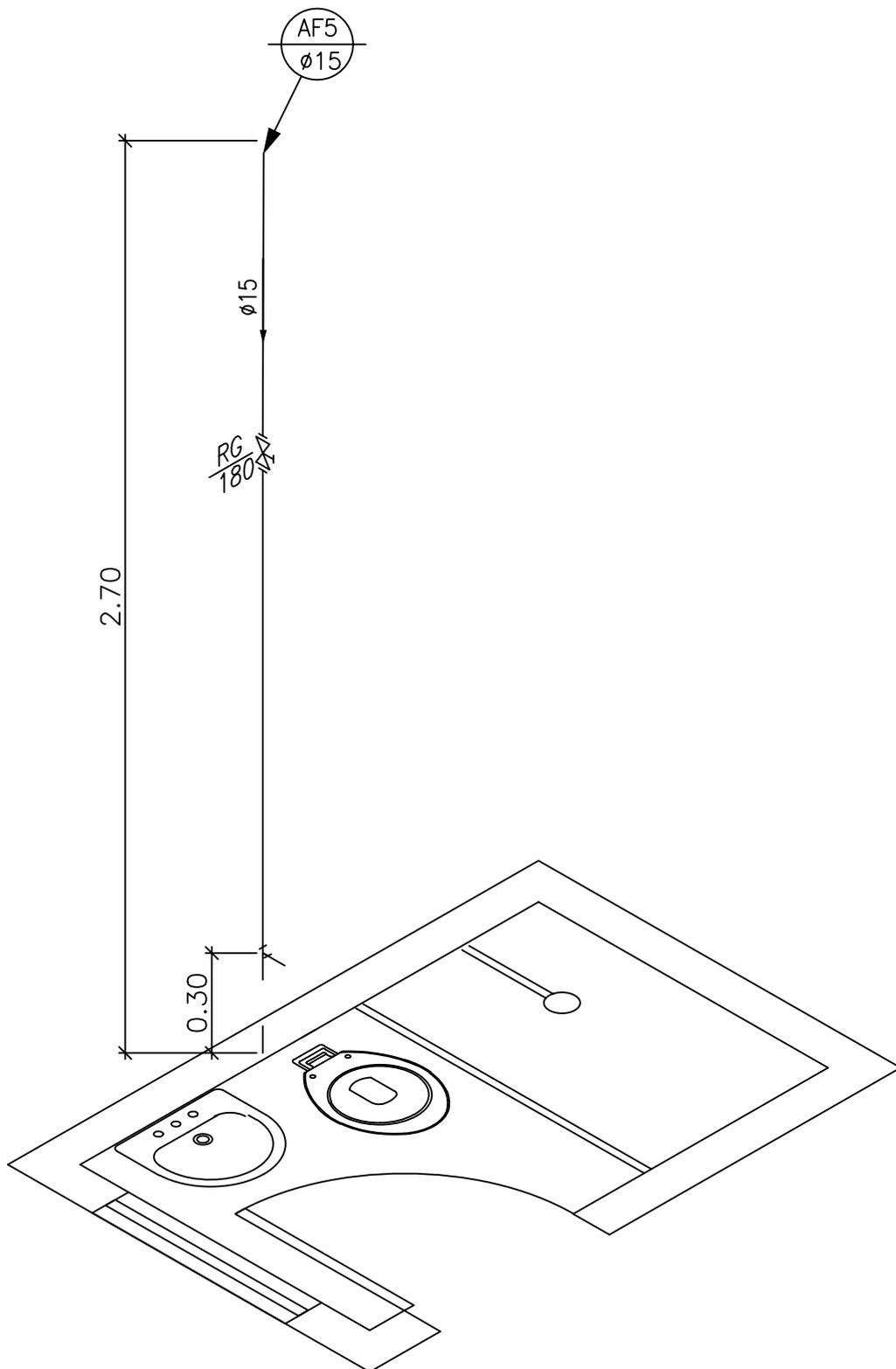
ISOMÉTRICO - BANHEIRO 03

APÉNDICE G



APÊNDICE G		
4/7	Escala S/E	CARMO DA CACHOEIRA ISOMÉTRICO - BANHEIRO 04

APÉNDICE H



APÊNDICE H

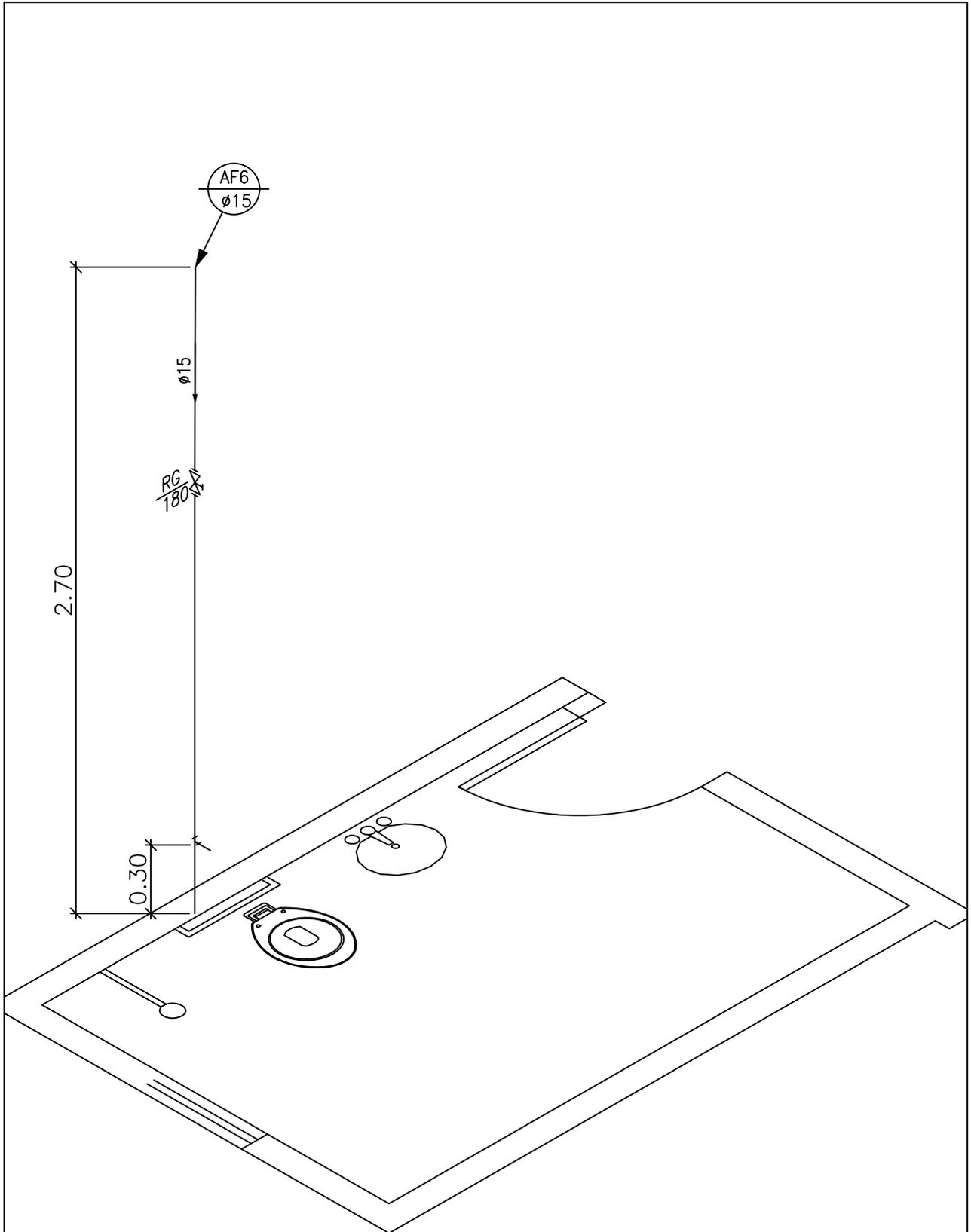
5/7

Escala
S/E

CARMO DA CACHOEIRA

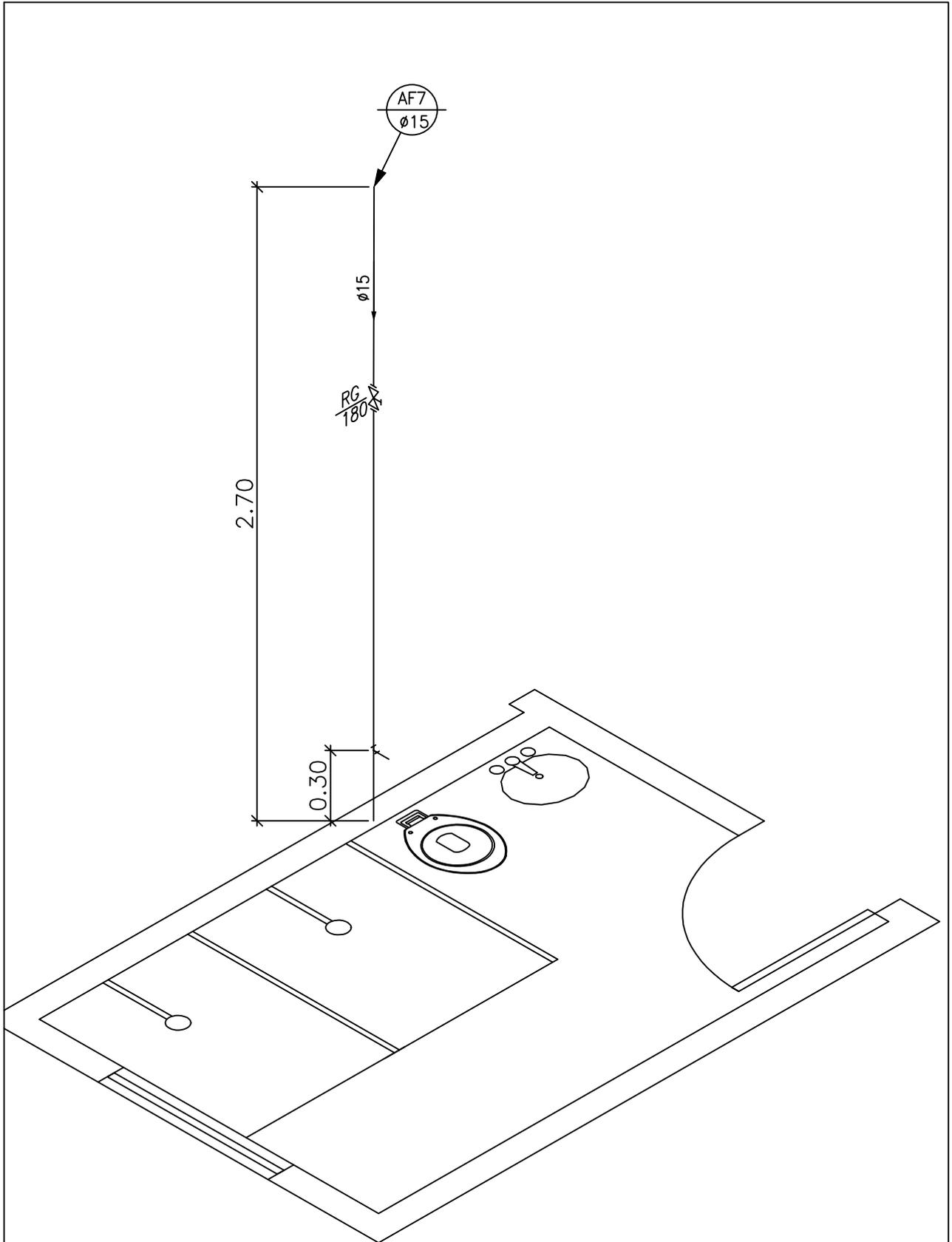
ISOMÉTRICO - BANHEIRO 05

APÊNDICE I



APÊNDICE I		
6/7	Escala S/E	CARMO DA CACHOEIRA ISOMÉTRICO - BANHEIRO 06

APÉNDICE J



APÊNDICE J

7/7

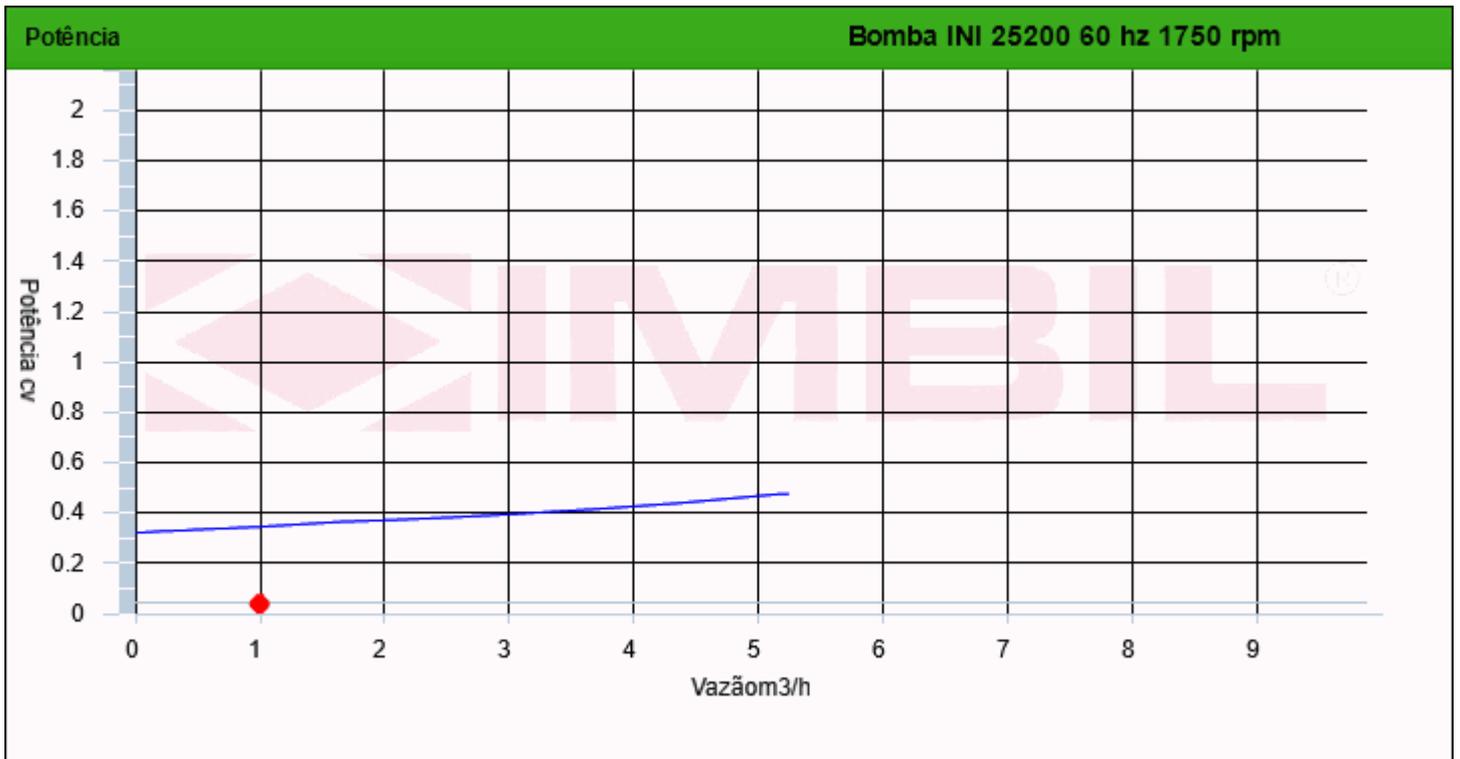
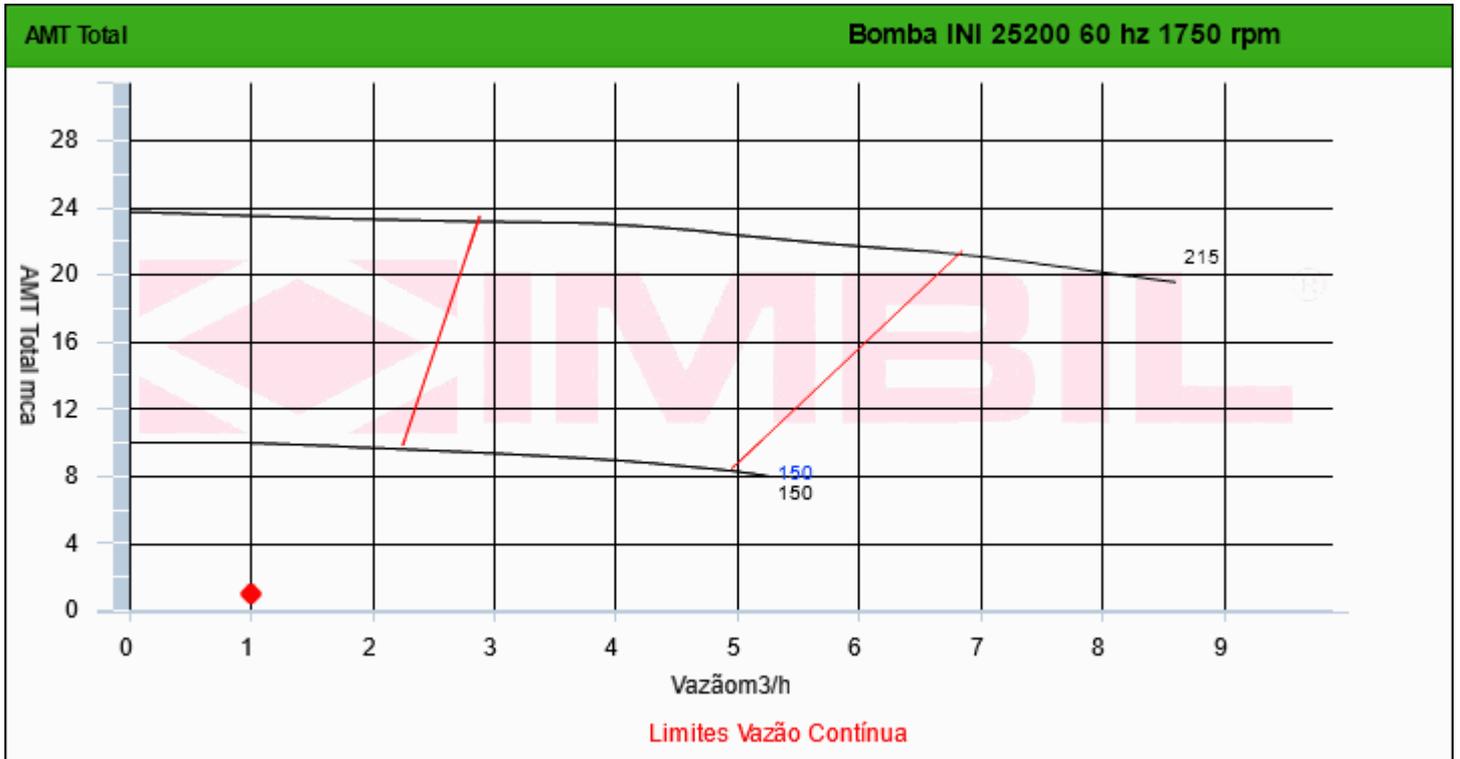
Escala
S/E

CARMO DA CACHOEIRA

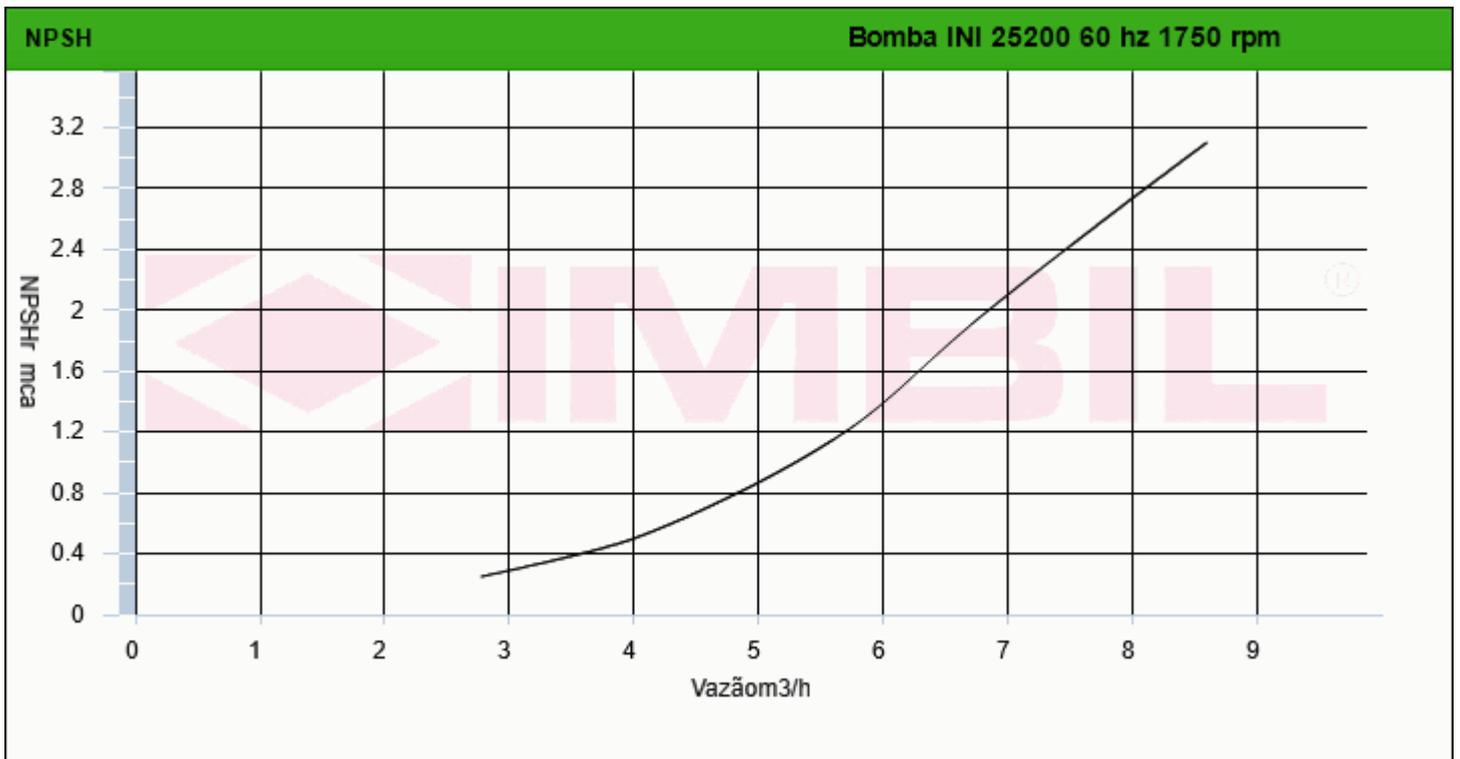
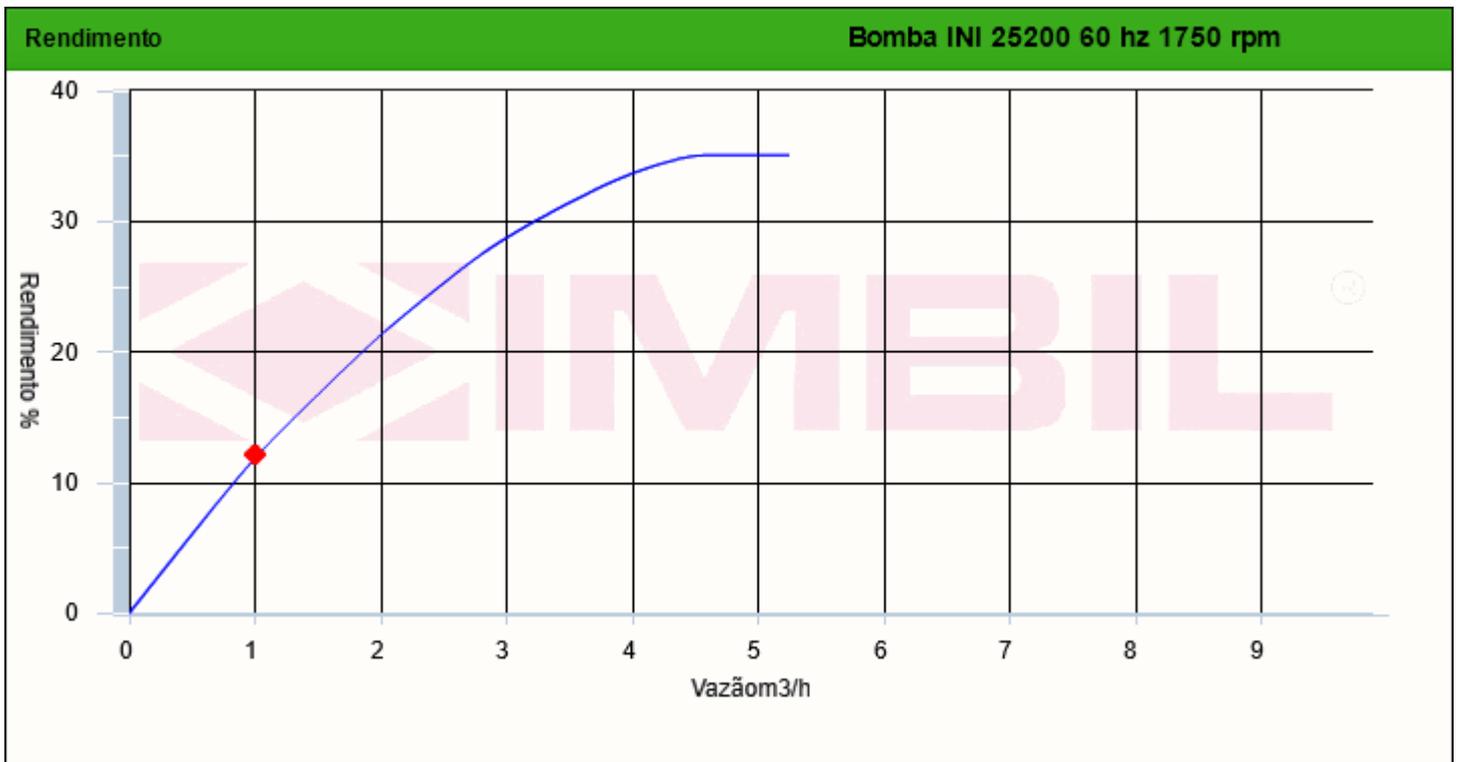
ISOMÉTRICO - BANHEIRO 07

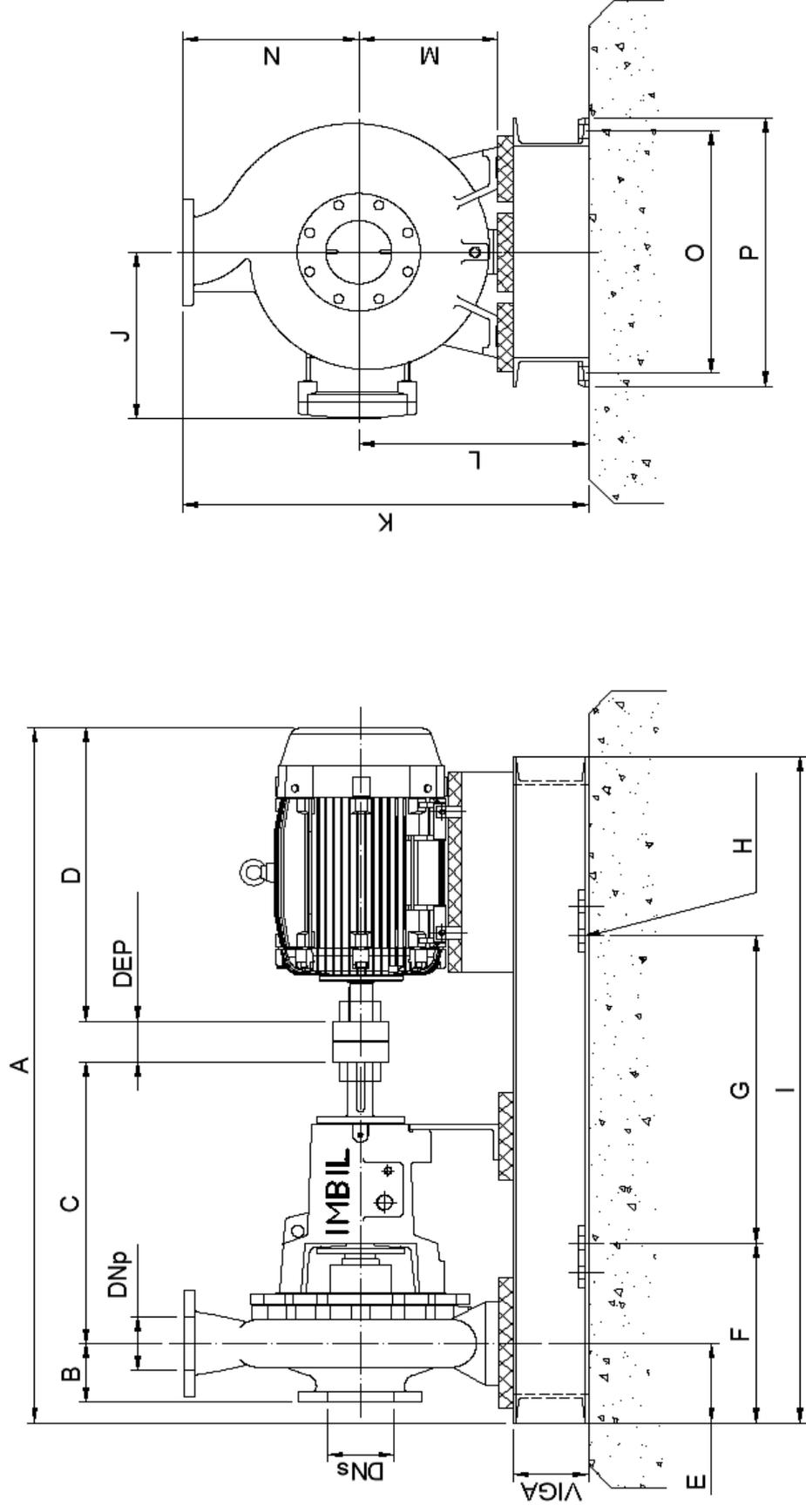
ANEXO A

Curva: Anexo 1



Curva: Anexo 1





Nota: Desenho de Arranjo Geral PRELIMINAR, favor aguardar o certificado para a execução do projeto final.

Dimensional da Bomba (mm)

DNs	Dnp	A	B	C	D	DEP	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	VIGA
40	25	813	90	435	248	30	100	198	396	20	792	130	447	272	160	175	315	345	4