

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

ANGELO GABRIEL PATRZYK

**ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA: IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA DE
APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA NA NOVA SEDE DO MINISTÉRIO
PÚBLICO DO ESPÍRITO SANTO.**

PATO BRANCO

2023

ANGELO GABRIEL PATRZYK

ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA: IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA NA NOVA SEDE DO MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESPÍRITO SANTO.

ECONOMIC FEASIBILITY STUDY: IMPLEMENTATION OF RAINWATER HARVESTING SYSTEM IN THE NEW HEADQUARTERS OF THE PUBLIC PROSECUTOR'S OFFICE OF ESPÍRITO SANTO.

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de TCC II, do curso de Engenharia Civil do Departamento Acadêmico de Construção Civil – DACOC da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial do título de Engenheiro Civil.

Orientador: Prof. Dr. Cesar Augusto Medeiros Destro

PATO BRANCO

2023



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

ANGELO GABRIEL PATRZYK

**ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA: IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA DE
APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA NA NOVA SEDE DO MINISTÉRIO
PÚBLICO DO ESPÍRITO SANTO.**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentado como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Civil da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 05 de julho de 2023

Cesar Augusto Medeiros Destro
Doutorado em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental - UFPR
Universidade Tecnológica Federal Do Paraná

Murilo Cesar Lucas
Doutorado em Engenharia Hidráulica e Saneamento - USP
Universidade Tecnológica Federal Do Paraná

Ney Lyzandro Tabalipa
Doutorado em Geologia - UFPR
Universidade Tecnológica Federal Do Paraná

PATO BRANCO

2023

RESUMO

O crescimento populacional tem gerado uma série de questões relacionadas à conservação e disponibilidade dos recursos hídricos. Portanto, a adoção e o uso de práticas sustentáveis para o abastecimento de água são importantes para garantir sua disponibilidade para as gerações atuais e futuras. O objetivo deste estudo foi avaliar um sistema de captação de água da chuva, a fim de promover o uso racional e sustentável da água na nova sede do Ministério Público Federal no Espírito Santo. O prédio em estudo é composto por 11 andares, onde estima-se que 570 pessoas trabalharão diariamente, resultando em altos custos com água, o que incentiva a implementação desse tipo de sistema. Foram realizados levantamentos de projeto, juntamente com a verificação do dimensionamento da rede de captação, considerando a precipitação local, além de uma análise físico-financeira da viabilidade de implantação. Com base nos dados e resultados obtidos, estimaram-se os volumes de água da chuva que poderiam ser utilizados. Além disso, foi determinada a demanda de uso em bacias sanitárias, juntamente com os valores de implantação e economia anuais. Isso permitiu o cálculo do período de retorno do investimento, dado que a economia anual será de R\$7.878,32 e o custo de implantação do sistema é de R\$142.322,01, tem-se que o tempo de retorno é de 18,065 anos, abaixo da vida útil mínima recomendada de 20 anos. Assim, o sistema se mostra economicamente viável quando desconsiderados os custos de operação e manutenção, sendo um bom método tanto para economia de custos quanto para benefícios ambientais, dada a quantidade significativa de água coletada em termos de drenagem pluvial, algo em torno de 25 mil metros cúbicos.

Palavras-chaves: Águas pluviais; Aproveitamento de água; Viabilidade econômica; Edificações públicas.

ABSTRACT

Population growth has generated a series of issues related to the conservation and availability of water resources. Therefore, the adoption and use of sustainable practices for water supply are important to ensure its availability for present and future generations. The objective of this study was to evaluate a rainwater harvesting system in order to promote rational and sustainable water use in the new headquarters of the Federal Public Ministry in Espírito Santo. The building under study comprises 11 floors, where it is estimated that 570 people will work daily, resulting in high water costs, which encourages the implementation of this type of system. Project surveys were conducted, along with verification of the sizing of the collection network, considering local precipitation, as well as a physical and financial analysis of the implementation feasibility. Based on the data and results obtained, estimates were made for the volumes of rainwater that could be used. In addition, the demand for use in sanitary basins was determined, along with the installation and annual savings values. This allowed the calculation of the payback period, given that the annual savings will be R\$7.878,32 and the implementation cost of the system is R\$142,322.01, resulting in a payback time of 18,065 years, below the recommended minimum useful life of 20 years. Thus, the system proves to be economically viable when operation and maintenance costs are not considered, being a good method for both cost savings and environmental benefits, given the significant amount of water collected in terms of stormwater drainage, approximately 25,000 cubic meters.

Key-Words: Rainwater; Water harvesting; Economic feasibility; Public buildings.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Sistema de captação de água de chuva com tanque vertical e seus componentes.....	17
Figura 2: Mapa de localização da edificação.	33
Figura 3: Vista externa da edificação.	34
Figura 4: Pavimentação externa sendo realizada.....	35
Figura 5: Cálculo das áreas de contribuição.	36
Figura 6: Área de contribuição, telhado da cobertura, 11º pavimento.	36
Figura 7: Área de contribuição, telhado do estacionamento, 4º pavimento.	36
Figura 8: Área de contribuição, telhado do estacionamento, 4º pavimento.	37
Figura 9: Seção transversal da calha.	38
Figura 10: Layout do sistema de aproveitamento de águas pluviais.	40
Figura 11: Série histórica de precipitação mensal. FONTE: INCAPER.....	63

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Produção Hídrica no Mundo por Região – 1998.....	11
Tabela 2: Classificação da Disponibilidade Mundial de Água Doce.....	12
Tabela 3: Proporção de Área Territorial, Disponibilidade de Água e População para as Cinco regiões do Brasil.....	12
Tabela 4: Variações da Qualidade da Água de Chuva devido ao Sistema de Coleta.	14
Tabela 5: Consumo litros (per capita) x Tipologia edificação.	27

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
1.1	Objetivo geral	10
1.1.1	Objetivos específicos	10
2	REVISÃO DA LITERATURA	11
2.1	Disponibilidade de recursos hídricos	11
2.2	O aproveitamento de água da chuva;.....	13
2.3	Aproveitamento de água da chuva no mundo.....	14
2.4	Aproveitamento de águas pluviais em edificações multifamiliares;	15
2.5	Requisitos normativos para a instalação de um sistema de reaproveitamento de águas pluviais	18
2.6	Avaliação econômica.....	21
2.6.1	Precipitação	21
2.6.2	Área de Captação	22
2.6.3	Coeficiente de escoamento.....	23
2.6.4	Descarte da primeira chuva	24
2.6.5	Tratamento.....	25
2.6.6	Estimativa de consumo	26
2.6.7	Consumo em edificações publicas	28
2.6.8	Análise da viabilidade econômica	30
3	MATERIAIS E MÉTODOS	32
3.1	Caracterização da área de estudo	33
3.1.1	Parâmetros de projeto.....	35
3.1.1.1	<u>Área De Contribuição.....</u>	<u>35</u>
3.1.1.2	<u>Vazão.....</u>	<u>37</u>
3.1.1.3	<u>Calhas.....</u>	<u>37</u>
3.1.1.4	<u>Condutores verticais</u>	<u>38</u>
3.1.1.5	<u>Reservatórios.....</u>	<u>38</u>
3.1.2	Quantitativo do sistema.....	39
3.1.3	Estudo de viabilidade técnico-financeira	41
4	RESULTADOS	42
4.1	Áreas de contribuição e vazões.....	42

4.2	Calhas	43
4.3	Conduitos verticais	43
4.4	Quantitativo do sistema.....	44
4.5	Viabilidade	47
5	CONCLUSÃO	52
6	REFERÊNCIAS	53
7	ANEXOS	55

1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso vital para todos os seres vivos e é o recurso mais precioso do planeta Terra. Com o risco de escassez, é crucial ter consciência em relação ao seu uso. O crescimento populacional e as mudanças climáticas têm levado a problemas de escassez de água em várias regiões do mundo, levantando questões sobre conservação e preservação dos recursos hídricos.

De acordo com um estudo realizado pela ONG Tearfund (GUTIERREZ, 2003), a população mundial triplicou e o consumo de água aumentou seis vezes nos últimos cinquenta anos, e continua a crescer. Esse aumento está relacionado ao crescimento dos setores agrícola e industrial, que são responsáveis pela maior parte do consumo de água. Atualmente, existem 26 países com escassez de água, abrigando 262 milhões de pessoas (MANCUSO E SANTOS, 2003). Um exemplo desse cenário foi a crise hídrica vivida por São Paulo nos anos de 2013 e 2014.

Durante o período de outubro de 2013 a fevereiro de 2014, a região da Cantareira, que abastece São Paulo, registrou apenas 444 mm de precipitação, em comparação à média histórica de 995 mm, resultando em um déficit de chuvas de -55%. Essa situação levou a cidade a enfrentar a maior crise hídrica dos últimos 80 anos, evidenciando a falta de preparo para períodos de estiagem tão intensos.

O crescimento urbano, tanto no Brasil quanto no mundo, tem ocorrido de forma acelerada devido ao modelo socioeconômico baseado na industrialização e na prestação de serviços. No entanto, se o crescimento urbano não for acompanhado de um planejamento adequado, podem ocorrer impactos ambientais e sociais significativos. Do ponto de vista dos recursos hídricos, além do impacto da escassez de água, também são observados impactos na drenagem urbana.

O aumento de edificações e pavimentação reduz a permeabilidade do solo, contribuindo para problemas como enchentes. Diante de toda essa problemática da água, tanto dos mananciais quanto das precipitações, é fundamental adotar uma gestão ordenada e consciente dos recursos hídricos. Para garantir o crescimento econômico e o acesso à água para toda a população, é necessário que o governo e a sociedade estabeleçam medidas para mitigar e resolver essa situação. Essas medidas devem promover o desenvolvimento sustentável, que visa garantir o fornecimento de recursos hídricos para a geração atual e futura (SOUZA et. al., 2015).

A utilização de águas pluviais captadas nos telhados das edificações se enquadra na premissa de reutilização e eficiência hídrica. Conforme a NBR15527 (ABNT, 2007), a água da chuva pode ser utilizada para fins não potáveis, como descargas de banheiros, irrigação e lavagem de roupas. Além de reduzir os gastos com o consumo de água potável, o aproveitamento da água da chuva também contribui para a redução do escoamento superficial do terreno.

É importante destacar que a adoção do uso de águas pluviais não se restringe apenas a residências e instituições privadas, mas também é buscada por instituições públicas e não governamentais. Essas entidades estão cada vez mais interessadas em reduzir seus gastos e adotar práticas sustentáveis em suas instalações.

Embora o custo da água no Brasil seja relativamente baixo em comparação com outros países (PEREIRA, 2015), o alto consumo de água potável ainda pode ter um impacto significativo no orçamento dessas instituições. Elas muitas vezes possuem limitações financeiras e buscam alternativas para reduzir seus gastos com água, o que torna o aproveitamento de águas pluviais uma opção atraente.

1.1 Objetivo geral

Este trabalho tem como objetivo analisar o sistema de aproveitamento de águas pluviais a ser instalado na sede do Ministério Público no Espírito Santo e o tempo de retorno do investimento.

1.1.1 Objetivos específicos

- Avaliar o sistema projetado do ponto de vista técnico;
- Estimar a demanda da edificação;
- Quantificar os custos de implantação do sistema;
- Analisar a viabilidade econômica de implantação deste sistema através do período de retorno do investimento.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Disponibilidade de Recursos Hídricos

Apenas 2,5% da água do planeta é considerada potável ou doce. No entanto, a maior parte dessa quantidade não está disponível para as pessoas, sendo que apenas 0,266% está presente em lagos, rios e reservatórios, enquanto o restante está na forma de vapor ou solidificada nas geleiras. Surpreendentemente, apenas 0,007% de toda a água no mundo está em locais facilmente acessíveis para consumo humano (UNIÁGUA, 2006 citado por MARINOSKI, 2007).

Segundo Thomaz (2015), a distribuição de água no mundo é relativamente uniforme, com as maiores quantidades disponíveis na Ásia (31,6%) e na América do Sul (23,1%). Por outro lado, as menores quantidades são encontradas na Oceania e Tasmânia, como apresentado na Tabela 1.

Regiões do mundo	Vazão média (m ³ /s)	%
Ásia	458.000	31,60
América do Sul	334.000	23,10
América do Norte	260.000	18,00
África	145.000	10,00
Europa	102.000	7,00
Antártida	73.000	5,00
Oceania	65.000	4,50
Austrália e Tasmânia	11.000	0,80
Total	1.448.000	100,00

Tabela 1: Produção Hídrica no Mundo por Região – 1998.

FONTE: THOMAZ (2015).

O Brasil possui uma disponibilidade hídrica estimada em 35.732 m³ por habitante ao ano. Além disso, o país detém cerca de 12% da quantidade de água doce do mundo, conforme mencionado por Thomaz (2015). Por essa razão, o Brasil é considerado um país com uma abundância de recursos hídricos, como indicado na Tabela 2.

Disponibilidade de água doce (m ³ /hab/ano)	Classificação
Maior que 20.000	Muito Alto
De 10.000 a 20.000	Alto
De 5.000 a 10.000	Médio
De 2.000 a 5.000	Baixo
De 1.000 a 2.000	Muito baixo
Menor que 1.000	Extremamente baixo

Tabela 2: Classificação da Disponibilidade Mundial de Água Doce.
FONTE: United Nations Environment Programme – UNEP (2002).

O Brasil abriga a maior reserva de água doce do planeta, representando cerca de 8% do total disponível. No entanto, essa água não é distribuída de maneira proporcional à população. A região da Amazônia detém 73% dessas reservas, embora sua densidade populacional seja baixa, representando apenas 5% da população total do país. Os outros 95% da população dependem dos 27% restantes de água doce disponível. A bacia Amazônica é a maior do Brasil, cobrindo uma área de drenagem de aproximadamente 6.112.000 km² e ocupando cerca de 42% da superfície total do país. Apesar de ter uma alta proporção de água doce em relação ao resto do mundo, o Brasil enfrenta desafios significativos, assim como o restante do planeta. A poluição e a degradação ambiental causadas pela atividade humana estão comprometendo a qualidade da água disponível para uso e afetando os reservatórios naturais (ANA, 2002).

Conforme mencionado por Marinowski (2007), o Brasil enfrenta um desequilíbrio entre oferta e demanda, mesmo possuindo um grande potencial hídrico. Isso resulta em grandes disparidades entre as regiões brasileiras em relação à disponibilidade de água e à população, sem uma correlação lógica entre os dois aspectos. A Tabela 3 apresenta as regiões do Brasil e suas respectivas proporções territoriais, populacionais e de disponibilidade de água.

Regiões do Brasil	Área territorial (%)	Disponibilidade de água (%)	População (%)
Norte	45	69	8
Nordeste	18	3	28
Sudeste	11	6	43
Sul	7	6	15
Centro-Oeste	19	15	7

Tabela 3: Proporção de Área Territorial, Disponibilidade de Água e População para as Cinco regiões do Brasil.

FONTE: GHISI (2006).

2.2 O aproveitamento de água da chuva;

O aproveitamento de água de chuva é uma técnica de grande importância para o planeta, embora seja pouco utilizada no mundo. Além de reduzir significativamente os gastos com água potável em residências, essa técnica evita o desperdício desse recurso natural. Além disso, o aproveitamento de água de chuva diminui os riscos de enchentes, já que reduz a quantidade de água pluvial despejada sobre a superfície do terreno (AMORIM; PEREIRA, 2008).

Segundo Campos (2004), outras vantagens do sistema de aproveitamento de água de chuva incluem:

- Água com qualidade aceitável para diversos fins, com pouco ou nenhum tratamento;
- Baixo impacto ambiental;
- Complementação do sistema convencional de abastecimento de água;
- Reserva de água para situações de emergência ou interrupção do abastecimento público;
- Utilização de estruturas existentes na edificação, como telhados, lajes e rampas.

Conforme May (2004), os sistemas de aproveitamento de água de chuva são compostos por quatro componentes básicos: áreas de coleta, condutores, armazenamento e tratamento.

No funcionamento do sistema, a água é captada das áreas de coleta, normalmente telhados e coberturas, e conduzida por calhas e condutores até um reservatório enterrado ou na superfície. Nesse processo, a água passa por um filtro e um sistema de descarte das primeiras águas, que contêm impurezas presentes no telhado, como animais mortos, poeira acumulada, fezes de animais, entre outros. Após o armazenamento inicial, a água é transferida para um segundo reservatório elevado, de onde é distribuída para a edificação por meio de tubulações e bombeamento. É importante ressaltar que o reservatório de água pluvial deve ser separado do reservatório de água potável para evitar contaminações (CARDOSO, 2010).

A distribuição da água pluvial na edificação ocorre por meio de tubulações conectadas apenas aos dispositivos de uso não potável. Não deve haver

conexão entre as tubulações de água pluvial e potável para evitar a contaminação da água potável. A única conexão permitida é uma ligação entre os reservatórios superiores, permitindo apenas a passagem de água potável para o reservatório de água pluvial, caso o reservatório esteja seco, para não prejudicar os equipamentos que utilizam água pluvial (CARDOSO, 2010).

Para a captação de águas pluviais são comumente utilizadas telhas galvanizadas com pintura atóxica, superfícies de concreto, cerâmicas, policarbonato e fibra de vidro. Além disso, calhas fabricadas com materiais inertes, como policloreto de vinila (PVC), são usadas para evitar a contaminação da água armazenada por partículas tóxicas provenientes desses materiais (Macomber, 2001).

O tratamento prévio da água de chuva depende da qualidade com que ela é armazenada, a qual varia de acordo com o local de coleta. Para mais informações sobre as variações de qualidade da água pluvial em função do local de coleta, é possível consultar a Tabela 4 do autor Marinoski (2007).

Grau de purificação	Área de coleta de chuva	Observações
A	Telhados (lugares não frequentados por pessoas ou animais)	Se a água for tratada, é potável
B	Telhados (lugares frequentados por pessoas ou animais)	Apenas usos não potáveis
C	Pisos e estacionamentos	Necessita de tratamento mesmo para usos não potáveis
D	Estradas	Necessita de tratamento mesmo para usos não potáveis

Tabela 4: Variações da Qualidade da Água de Chuva devido ao Sistema de Coleta.

FONTE: GROUP RAINDROPS, 2002.

2.3 Aproveitamento de água da chuva no mundo

O aproveitamento da água da chuva não é uma técnica recente, de acordo com Cardoso (2010). Existem relatos dessa prática que remontam a milhares de anos atrás, antes mesmo da era cristã. Um exemplo conhecido é a fortaleza de Massada, em Israel, que possui dez reservatórios escavados na rocha, com capacidade total de cerca de 40 milhões de litros. Thomaz (2015) menciona a

existência de inúmeras cisternas de armazenamento de água de chuva escavadas em rochas anteriores a 3.000 a.C.

Cardoso (2010) destaca que o aproveitamento de água de chuva e o desenvolvimento de novas pesquisas para garantir seu uso seguro são compromissos de muitos países desenvolvidos, como Alemanha, Japão, China, Austrália e Estados Unidos, além de outros países da África e da Índia.

No Japão, em Tóquio, a água da chuva é frequentemente coletada, pois os reservatórios de abastecimento estão localizados distantes da cidade. Um exemplo da valorização deste sistema pelo país é o estádio Tóquio Dome, que teve um moderno projeto de captação de água pluvial elaborado. A cobertura do estádio, feita com materiais específicos e resistentes, tem a capacidade de captar a água da chuva a qualquer momento (WAGNER, 2015).

No Brasil, existe a Associação Brasileira de Captação e Manejo de Água de Chuva (ABCMAC), que tem a responsabilidade de divulgar estudos e pesquisas sobre o assunto, além de reunir equipamentos e serviços necessários relacionados ao tema. A ABCMAC afirma que, há aproximadamente 25 anos, existiam poucas experiências de captação de águas pluviais, e a situação começou a mudar quando a Embrapa Semiárido começou a realizar testes com cisternas e barragens subterrâneas no final dos anos 70 (ABCMAC, 2008).

2.4 Aproveitamento de águas pluviais em edificações multifamiliares;

De acordo com a NBR15527 (ABNT, 2007), para a coleta da água da chuva, são necessários alguns componentes e materiais. São eles:

- Condutores horizontais: São utilizados para transportar a água coletada das calhas até o reservatório de armazenamento. Os tubos e conexões dos condutores horizontais podem ser feitos de materiais como ferro fundido, fibrocimento, PVC rígido, aço galvanizado, cerâmica vidrada, concreto, cobre, canais de concreto ou alvenaria.
- Condutores verticais: São responsáveis por conduzir a água da chuva dos condutores horizontais até o reservatório de armazenamento. Os tubos e conexões dos condutores verticais podem ser feitos de materiais como ferro fundido, fibrocimento,

PVC rígido, aço galvanizado, cobre, chapas de aço galvanizado, folhas-de-flandres, chapas de cobre, aço inoxidável, alumínio ou fibra de vidro.

- Dispositivos para filtragem: São utilizados para filtrar a água da chuva, removendo impurezas e materiais grosseiros. Os materiais desses dispositivos estão referenciados na norma NBR 10844 (ABNT, 1989), e podem incluir chapas de aço galvanizado, folhas-de-flandres, chapas de cobre, aço inoxidável, alumínio, fibrocimento, PVC rígido, fibra de vidro, concreto ou alvenaria.
- Descarte da água de limpeza do telhado e materiais grosseiros: É necessário ter um sistema adequado para descartar a água que é utilizada na limpeza do telhado, bem como os materiais grosseiros que são retidos pelos dispositivos de filtragem.
- Reservatório de armazenamento: É o local onde a água da chuva coletada é armazenada. Pode ser um tanque vertical, como exemplificado na Figura 4 mencionada, ou outro tipo de reservatório adequado.

É importante observar que essas são as diretrizes gerais estabelecidas pela norma, e a escolha dos materiais deve considerar fatores como durabilidade, resistência, adequação ao local e custo, além de seguir as normas específicas para cada material utilizado.

Na figura 1 pode-se visualizar um exemplo do sistema mencionado acima para uma residência unifamiliar.



- 1- Entrada de água (100mm) pela calha;
- 2- Filtro eliminador de folhas;
- 3- Tela antimosquito;
- 4- Dreno água suja (descarte de primeira chuva);
- 5- Tapa de inspeção;
- 6- Tanque de armazenamento de 1000 litros;
- 7- Saida de 3/4" para torneira ou registro.

Figura 1: Sistema de captação de água de chuva com tanque vertical e seus componentes.

Fonte: Adaptado de Flow Sustentável (2016).

2.5 Requisitos normativos para a instalação de um sistema de reaproveitamento de águas pluviais

A norma NBR15527 da ABNT (2007) estabelece algumas diretrizes importantes para o aproveitamento de água de chuva em coberturas. Antes de iniciar o projeto de captação de água de chuva, é necessário determinar o escopo do projeto, o número de pessoas que utilizarão a água de chuva e a demanda esperada. Além disso, é preciso realizar estudos das séries históricas de pluviometria da região onde o projeto será implantado.

No caso de coberturas horizontais de lajes, a norma NBR 10844 (ABNT, 1989) estabelece que elas devem ser projetadas para evitar o acúmulo de água e possuir uma inclinação mínima de 0,5% para garantir o escoamento adequado das águas pluviais até os pontos de drenagem. A drenagem deve ser feita por mais de uma saída, a menos que o projeto não apresente risco de obstrução. Se a cobertura for muito extensa, ela deve ser subdividida em áreas menores com declives de orientações diferentes para evitar grandes trajetos de água. Se houver trechos abertos na cobertura (como escadas, claraboias, etc.), eles devem ser equipados com platibanda ou calha.

No que diz respeito às calhas de beiral e platibanda, a norma NBR 10844 (ABNT, 1989) estabelece que elas devem ser fixadas o mais próximo possível da cobertura, centralmente sob a extremidade, e ter inclinação uniforme com um valor mínimo de 0,5%. O dimensionamento das calhas pode ser realizado utilizando a fórmula de Manning-Strickler, conforme indicado na equação 1 mencionada:

$$Q = K \left(\frac{S}{n} \right) R_h^{2/3} \sqrt{I_0} \quad (1)$$

$$R_h = \frac{A}{P} \quad (2)$$

Na equação:

Q representa a vazão de projeto em litros por minuto (l/min), K é uma constante (valor de 60000), S é a área da seção molhada da calha em metros quadrados(m²), n é o coeficiente de rugosidade (tabela 02 NBR 10844/1984), R_h é o raio hidráulico em metros(m), I₀ é a declividade da calha em metros por metro(m/m), A é a área molhada da seção em metros quadrados (m²) e P o perímetro molhado em metros (m).

Quanto aos reservatórios, a norma NBR15527 (ABNT, 2007) indica que o projeto deve incluir elementos como extravasor, dispositivo de esgotamento, cobertura e procedimentos de inspeção, ventilação e segurança.

Os padrões de qualidade da água de chuva são especificados pelo projetista de acordo com as finalidades de uso da água. De acordo com a norma ABNT NBR 15527 (2007) apresenta o Quadro 1, que contém os padrões de qualidade da água pluvial para diferentes usos.

Parâmetro	Análise	Valor
Coliforme 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 ©
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 outros processos de desinfecção além de cloro, como a aplicação de raio ultravioleta e aplicação de ozônio.		
(a) No caso de serem utilizados compostos do cloro para desinfecção		
(b) uT é a unidade de turbidez		
(c) uH é a unidade Hazen		

**Quadro 1: Parâmetros de qualidade de água de chuva para usos restritivos.
Fonte: NBR15527 (2007).**

De acordo com a norma NBR15527 da ABNT (2007), a etapa de desinfecção de águas pluviais pode ser realizada por meio de diferentes métodos, como o uso de derivados do cloro, radiação ultravioleta, ozônio e outros procedimentos. Quando é necessário manter um residual desinfetante na água, é recomendado o uso de derivados clorados.

Além disso, o sistema de aproveitamento de águas pluviais requer manutenção periódica, conforme especificado na NBR15527. O Quadro 2 dessa norma apresenta a frequência recomendada de manutenção para cada componente do sistema.

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

Quadro 2: - Frequência de manutenção.

Fonte: NBR15527 (2007).

É importante seguir essas recomendações de manutenção para garantir o funcionamento adequado do sistema de aproveitamento de águas pluviais e preservar a qualidade da água armazenada.

De acordo com a NBR 12214 da ABNT (1992), quando a instalação de captação de águas pluviais requer o uso de bombeamento, é necessário seguir algumas recomendações. Antes de proceder com a instalação do sistema de bombeamento, é importante realizar o estudo das recomendações relacionadas às tubulações de sucção e recalque, bem como considerar as velocidades mínimas de sucção e a seleção adequada do conjunto motor-bomba.

As tubulações de sucção e recalque devem ser dimensionadas corretamente, levando em conta as características hidráulicas do sistema, como vazão e pressão necessárias. É importante garantir que essas tubulações sejam adequadas para suportar as condições de operação, evitando perdas excessivas de carga e problemas de desempenho do sistema.

Além disso, é necessário considerar as velocidades mínimas de sucção, que são definidas de acordo com o tipo de bomba utilizada. Essas velocidades mínimas visam garantir o adequado funcionamento da bomba, evitando cavitação e danos ao equipamento.

A seleção do conjunto motor-bomba deve ser feita com base nas características do sistema, levando em conta fatores como a vazão necessária, a altura total de elevação e as condições de trabalho. É importante escolher um motor-bomba que seja capaz de atender às demandas do sistema de captação de água de chuva de forma eficiente e confiável.

2.6 Avaliação econômica

A viabilidade de um sistema de aproveitamento de água de chuva em edificações depende de fatores técnicos, econômicos e sociais, conforme mencionado por Athayde, Dias e Gadelha (2008). Antes de adotar esse sistema, é necessário realizar uma análise dos condicionantes específicos para garantir sua viabilidade de aplicação.

No que diz respeito à viabilidade técnica, é fundamental realizar uma estimativa precisa dos volumes de água de chuva gerados, produzidos e utilizados, a fim de evitar subdimensionamento ou superdimensionamento do sistema. Essa estimativa leva em consideração diversos fatores e pode ser realizada com base em conceitos apresentados na NBR15527 (ABNT, 2007).

A equação 3 é utilizada para determinar o volume de água de chuva aproveitável:

$$V = P \times A \times C \times N_{fator} \quad (3)$$

Nessa equação:

V representa o volume anual, mensal ou diário de água de chuva aproveitável em metros cúbicos (m³), P é a precipitação média anual, mensal ou diária em milímetros (mm), A é a área de coleta em metros quadrados (m²), C é o coeficiente de escoamento superficial da cobertura, N_{fator} é o fator de captação, que leva em conta a eficiência do sistema de captação, considerando o dispositivo de descarte de sólidos e o desvio de escoamento inicial, caso aplicável.

Cada um desses fatores é relevante na determinação do volume final de água de chuva aproveitável. Além disso, é necessário analisar as áreas em que a água atinge a superfície, como coberturas, pátios e áreas de estacionamento, que são selecionadas para a coleta de água de chuva. Essas áreas, por terem contato inicial com a água, influenciam tanto na quantidade quanto na qualidade da água final.

Os subitens subsequentes detalham esses fatores, bem como os tratamentos comumente utilizados para a captação de água de chuva, que também afetam o volume final oferecido.

2.6.1 Precipitação

A quantidade de água de chuva demandada por uma edificação deve ser comparada com a quantidade de água oferecida pelas precipitações da região em

que está localizada. Isso é essencial para determinar se o sistema de aproveitamento de água de chuva será viável e adequado para suprir a demanda.

No caderno "Disponibilidades e Demandas dos Recursos Hídricos no Brasil" da Agência Nacional de Águas (ANA, 2005), é exemplificada a diferença de impacto da geração de água de chuva em relação às condições climáticas de uma região específica. O estudo realizado no Brasil durante o período de 1961 a 1990 mostrou uma média anual de precipitação de 1797 mm, com variações significativas entre a região com maior índice pluviométrico (Amazônia, com 2500 mm) e a região de menor índice pluviométrico (semiárido Nordeste, com 800 mm). Essa comparação ressalta a singularidade de cada projeto e a importância da análise da precipitação em relação à localização do projeto.

A própria NBR15527 da ABNT (2007) destaca a necessidade de analisar séries históricas de precipitação da região em que o projeto está situado. Essa análise permite determinar um padrão de precipitação para cada época do ano, identificando períodos de abundância e escassez de chuvas.

Esses dados podem ser obtidos a partir de registros de estações meteorológicas de superfície, que coletam e registram as informações observadas. No Brasil, o Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP) disponibiliza dados meteorológicos diários de séries históricas de várias estações meteorológicas. Por meio dessa ferramenta, é possível acessar médias pluviométricas em milímetros para diferentes períodos (dias, meses, anos) e localidades, de acordo com a disponibilidade dos dados. Essas informações são fornecidas pelo site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

Com acesso a essas informações, é possível aplicá-las no sistema de aproveitamento de água de chuva, influenciando o dimensionamento de calhas, reservatórios e outros dispositivos, além de auxiliar na determinação das áreas de captação necessárias.

2.6.2 Área de Captação

Uma maior área de captação resulta em uma maior quantidade de água coletada. No entanto, a área de captação está limitada pelas características do terreno e do projeto. Terrenos maiores e projetos que maximizam a utilização de áreas de

cobertura têm um maior potencial para captar volumes significativos de água de chuva.

As áreas de captação podem ser constituídas por coberturas que possuam sistemas de calhas e condutores verticais. Além disso, áreas de pavimentos impermeabilizados que tenham ralos e condutores também podem ser utilizadas para a captação da água pluvial. Em ambas as alternativas, é possível dimensionar os sistemas de captação conforme as diretrizes estabelecidas pela NBR 10.844 da ABNT (1989).

É possível aproveitar também as águas coletadas por meio de superfícies de solos, desde que sejam tomadas algumas precauções. De acordo com Anecchini (2005), essas áreas devem possuir pequenas inclinações para permitir o escoamento da água. Geralmente, são utilizados canais de direcionamento da água pluvial para os reservatórios. No entanto, é importante tomar cuidado para manter um nível adequado de qualidade da água. Águas provenientes de estacionamentos e vias onde circulam veículos não devem ser utilizadas devido à presença de resíduos de pneus, óleos e combustíveis, que podem contaminar a água pluvial.

2.6.3 Coeficiente de escoamento

Um fator importante a ser considerado no projeto é a seleção dos materiais utilizados nas superfícies de captação. Cada material possui um coeficiente de escoamento superficial, que determina a quantidade de água que escoar em relação à quantidade de água precipitada. Esse coeficiente é comumente chamado de coeficiente de *runoff* e é influenciado pelo tipo de material e pela inclinação da superfície.

No estudo de Anecchini (2005), no quadro 3, foram apresentados valores de coeficiente de escoamento para materiais comumente utilizados em construções, os quais foram adotados por diversos autores. Esses dados são importantes para auxiliar na seleção dos materiais mais adequados, levando em consideração a capacidade de escoamento da água e os objetivos do projeto.

Material	Coefficiente de Escoamento	Autores
Telha cerâmica	0,8 a 0,9	Hofkes (1981) e Frasier (1975) apud May (2004)
	0,75 a 0,9	Van den Bossche (1997) apud Vaes e Berlamont (1999)
Telha esmaltada	0,9 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)
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)

Quadro 3: Valores de coeficiente de escoamento para diversos Materiais.
Fonte: Aproveitamento da Água da Chuva Para Fins Não Potáveis na Cidade de Vitória (ES) - Anecchini (2005).

2.6.4 Descarte da primeira chuva

Conforme mencionado anteriormente, o fator N é a eficiência do sistema de captação, levando em consideração o dispositivo de descarte de sólidos e o desvio inicial do escoamento. O *first flush* é o método mais comumente utilizado para esse descarte de água.

“*First flush*” é um termo em inglês que significa literalmente “primeira descarga”. No contexto do aproveitamento de águas pluviais, essa primeira descarga refere-se ao volume inicial de água de chuva durante um evento de precipitação. De acordo com Tomaz (2003), o *first flush* é caracterizado como a primeira água de chuva que cai nas coberturas após um período mínimo de três dias sem precipitações, sendo o equivalente ao escoamento do primeiro milímetro de precipitação. Segundo a American Rainwater Catchment (2009, apud TOMAZ 2011), pode-se considerar o valor de 2 mm de chuva inicial para descarte uma vez que este valor é uma média dos valores adotados para locais com chuvas frequentes e pouca contaminação e locais com detritos orgânicos, presença de animais, árvores próximas ou poluição do ar.

A água descartada no primeiro evento de chuva é considerada contaminada devido a vários fatores. Nakada e Moruzzi (2014) explicam que a chuva inicial possui uma qualidade inferior, pois “limpa” a atmosfera, que contém poluentes, e também lava a superfície de captação, incorporando elementos que podem afetar a

qualidade da água. O descarte desse volume de água auxilia na garantia dos níveis de qualidade dessas águas.

2.6.5 Tratamento

O dispositivo de descarte da primeira chuva contribui para melhorar a qualidade da água, como explicado anteriormente. No entanto, geralmente por si só, não garante os parâmetros de qualidade exigidos pela NBR15527 (ABNT, 2007) para usos não potáveis restritos. Esses padrões, conforme apresentados na seção 2.3 deste trabalho, podem ser facilmente alcançados por meio de processos simples de filtração e desinfecção.

Rodrigues (2010) estabelece os objetivos de cada processo de tratamento. Segundo o autor, a filtração tem como objetivo remover partículas sólidas, enquanto a desinfecção é necessária para eliminar microrganismos e bactérias nocivas.

A filtração é utilizada para reter detritos como folhas e pequenas pedras e pode ser realizada por meio de grelhas, malhas ou filtros de areia. De acordo com Rodrigues (2010), os filtros podem ser instalados nos tubos de queda, antes do reservatório, no próprio reservatório ou depois dele. No caso de uso da água de chuva para lavagem de roupas ou piscinas, é necessário que a água passe por filtros lentos de areia ou filtros de piscina para a remoção de parasitas (TOMAZ, 2003).

A norma em questão menciona três processos de desinfecção: adição de cloro, aplicação de radiação ultravioleta ou aplicação de ozônio. Tomaz (2003) explica cada processo, destacando suas vantagens e desvantagens. Segundo o autor, o cloro é um gás oxidante poderoso que altera as características químicas da água, controlando bactérias e algas, e deve ser mantido em residual.

O cloro pode ser aplicado por meio de bombas dosadoras ou pastilhas de cloro. Quanto ao ozônio, o autor ressalta que esse processo não deixa resíduos, portanto, a água deve ser consumida imediatamente ou ter um sistema de recirculação. Além disso, o ozônio depende de baixos níveis de matéria orgânica na água e sua eficácia diminui com o aumento da temperatura.

Por fim, Tomaz (2003) aborda a irradiação ultravioleta, que apresenta vantagens como facilidade de uso, baixa necessidade de manutenção, ausência de

alteração de cor e sabor da água, além de inativar bactérias com um tempo de contato rápido. No entanto, esse processo requer eletricidade, e alguns micro-organismos podem ser reativados e reproduzidos por reações fotocatalíticas, entre outros fatores.

2.6.6 Estimativa de consumo

Para calcular o consumo de água de um projeto, é necessário determinar e considerar fatores como o tipo de edificação (residencial, comercial, industrial, pública), número de ocupantes, horas de ocupação e a cultura da localidade.

Na cartilha "Conservação e Reuso da Água em Edificações" (ANA, 2005), os usos da água são diferenciados de acordo com as tipologias das edificações. Em residências, os usos de água estão principalmente relacionados a atividades de limpeza, higiene, lavagem de veículos, piscinas e irrigação. Edificações comerciais concentram o uso para fins domésticos (principalmente em ambientes sanitários), sistemas de resfriamento de ar condicionado e irrigação. Já em ambientes públicos, os usos são semelhantes aos comerciais, mas com maior uso de ambientes sanitários.

Ao analisar detalhadamente o consumo de acordo com as tipologias das edificações, é possível obter valores *per capita*, conforme demonstrado na Tabela 5. Em seguida, pode-se calcular o consumo total multiplicando o valor per capita pelo número de ocupantes e pelo período desejado (mês ou ano), de acordo com as características e tempo de ocupação (CREDER, 2009).

Prédio	Consumo (litros)
Alojamentos provisórios	80 <i>per capita</i>
Casas populares ou rurais	120 <i>per capita</i>
Residências	150 <i>per capita</i>
Apartamentos	200 <i>per capita</i>
Hotéis (s/ cozinha e s/ lavanderia)	120 por hóspede
Hospitais	250 por leito
Escolas - internatos	150 <i>per capita</i>
Escolas - externatos	50 <i>per capita</i>
Quartéis	150 <i>per capita</i>
Edifícios públicos ou comerciais	50 <i>per capita</i>
Escritórios	50 <i>per capita</i>
Cinemas e teatros	2 por lugar
Templos	2 por lugar
Restaurantes e similares	25 por refeição
Garagens	50 por automóvel
Lavanderias	30 por kg de roupa seca
Mercados	5 por m ² de área
Matadouros - animais de grande porte	300 por cabeça abatida
Matadouros - animais de pequeno porte	150 por cabeça abatida
Fábrica em geral (uso pessoal)	70 por operário
Posto de serviço p/ automóvel	150 por veículo
Cavalariças	100 por cavalo
Jardins	1,5 por m ² de área

**Tabela 5: Consumo litros (per capita) x Tipologia edificação.
Fonte: Creder (2009).**

Ao analisar e interpretar as porcentagens da tabela, é evidente que os equipamentos hidráulicos que mais consomem água são o chuveiro e a bacia sanitária. Portanto, reduzir o consumo de água potável desses equipamentos terá um impacto significativo tanto do ponto de vista financeiro quanto ambiental no sistema de abastecimento de uma edificação.

De acordo com Rodrigues (2010), a água de chuva geralmente não é adequada para consumo humano e é considerada de qualidade inferior. A menos que seja submetida a um processo de tratamento mais complexo, ela não é recomendada para uso em chuveiros, torneiras e outros usos nobres, sendo mais indicada para usos domésticos e não nobres. Portanto, substituir água potável por água de chuva nas descargas das bacias sanitárias pode resultar em uma economia considerável de água em uma residência.

2.6.7 Consumo em edificações públicas

De acordo com Santos (2010), a acelerada degradação dos recursos hídricos nacionais, tanto em termos quantitativos quanto qualitativos, foi o principal fator que levou a comunidade científica nacional e o governo brasileiro a concentrarem-se de forma mais profunda nesse problema a partir da década de 1970. Na década de 1980, o governo brasileiro iniciou o desenvolvimento de políticas públicas para a preservação do meio ambiente e dos recursos hídricos. Em 1981, foi promulgada a Lei nº. 6.938/81, que trata da Política Nacional do Meio Ambiente - PNMA e estabelece em seu artigo 4º que:

A Política Nacional do Meio Ambiente visará: [...] VI - à preservação e restauração dos recursos ambientais com vistas à sua utilização racional e disponibilidade permanente, concorrendo para a manutenção do equilíbrio ecológico propício à vida;" (BRASIL, 1981)

Na década de 1990, foi criada a lei nº. 9.433/97, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos – PNRH e que em seu art. 2º estabelece:

São objetivos da Política Nacional de Recursos Hídricos: I - assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos; II - a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável; (BRASIL, 1997).

A lei nº. 15.445/07, criada em 2007, preconiza as diretrizes nacionais para o saneamento básico. Em seu art. 11º determina que:

São condições de validade dos contratos que tenham por objeto a prestação de serviços públicos de saneamento básico: [...] II - a inclusão, no contrato, das metas progressivas e graduais de expansão dos serviços, de qualidade, de eficiência e de uso racional da água, da energia e de outros recursos naturais, em conformidade com os serviços a serem prestados. (BRASIL, 2007).

Assim, tanto a Lei nº 6.938/81 quanto as Leis nº 9.433/97 e nº 15.445/07 estabelecem o uso racional e a conservação da água como objetivos para a preservação dos recursos hídricos. A Política Nacional de Recursos Hídricos, por sua vez, destaca a necessidade de garantir a disponibilidade de água em padrões de qualidade e promover a utilização racional e integrada dos recursos hídricos. Esses

princípios determinam as diretrizes para o gerenciamento da água, tanto em termos de aspectos qualitativos quanto quantitativos (SANTOS, 2010).

A partir da década de 1990, as pesquisas científicas relacionadas a novas tecnologias voltadas para o uso racional e a conservação da água foram intensificadas. Nesse contexto, o governo brasileiro criou, em 1997, o Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (PNCDA), composto por vinte e oito Documentos Técnicos de Apoio (DTA). O PNCDA tem como objetivo geral promover o uso racional da água nos sistemas de abastecimento público nas cidades brasileiras, visando beneficiar a saúde pública, o saneamento ambiental e a eficiência dos serviços. O programa busca melhorar a produtividade dos ativos existentes e adiar parte dos investimentos necessários para expandir os sistemas. Seus objetivos específicos incluem a definição e implementação de ações e instrumentos tecnológicos, normativos, econômicos e institucionais para uma economia efetiva no consumo de água nas áreas urbanas (GONÇALVES et al., 1999).

Com o objetivo de obter uma gestão de recursos hídricos mais eficiente um estudo realizado por Santos (2010) no estado da Bahia na sede da EMBASA (Empresa Baiana de Águas e Saneamento S.A), foi possível obter dados sobre o consumo diário de água da edificação, tendo como base da pesquisa 221 mulheres e 202 homens que forneceram suas informações espontaneamente através de um questionário distribuído pela empresa. As respostas obtidas levaram ao quadro 4, o qual evidencia o destino final dos recursos hídricos disponíveis.

Pergunta	Homem	Mulher
Utilização da torneira do WC por dia		
2 a 3 vezes	72%	76%
4 vezes	60%	-
mais de 4 vezes	22%	24%
Tempo médio de utilização da torneira em segundos		
<5	6%	24%
5-10	28%	-
11-15	22%	12%
16-20	-	18%
>20	44%	46%
Importância da economia da água		
economia de recursos financeiros	12%	24%
conservar o meio ambiente	88%	76%
Atitude frente a um vazamento de água		
tenta solucionar o problema	16%	12%
avisa o pessoal da limpeza	28%	47%
avisa à equipe de manutenção	56%	41%
Utilização por dia das instalações sanitárias (bacia)		
1	33%	-
2-3	56%	71%
4	11%	11%
>4	-	18%
Medidas para redução do consumo de água		
substituição por descargas mais econômicas	28%	29%
substituição por torneiras mais econômicas	44%	59%
campanhas educativas para uso racional da água	28%	12%

Quadro 4: Percentuais da percepção dos 423 funcionários em relação a diversos aspectos do uso da água.

Fonte: GESTÃO DA ÁGUA EM EDIFICAÇÕES PÚBLICAS. (SANTOS, 2010)

2.6.8 Análise da viabilidade econômica

O aproveitamento de água de chuva é uma alternativa para reduzir o consumo de água potável nas edificações, mas sua implementação requer investimentos que geralmente não são considerados nos projetos convencionais. No entanto, a redução do consumo nem sempre está diretamente ligada a benefícios financeiros a curto prazo.

Cada projeto possui características, necessidades, condições e investimentos disponíveis diferentes, portanto, é essencial realizar uma análise financeira dos sistemas de aproveitamento de água de chuva.

Um estudo realizado por Athayde, Dias e Gadelha (2007), observou-se que na cidade de João Pessoa apenas residências de alto padrão socioeconômico

obtiveram economias que viabilizavam a implantação do sistema, sendo inviável para os padrões populares e médios. Isso se deve ao fato de as tarifas de abastecimento de água serem relativamente baixas no Brasil. Porém, ao se considerar futuras taxas tarifárias, o sistema se torna viável em todos os padrões.

A análise de viabilidade econômica permite determinar o período de retorno do investimento realizado na implantação do sistema. Esse período é calculado levando em consideração os custos de implantação, materiais e despesas operacionais e de manutenção do sistema (ANNECCHINI, 2005).

Outros indicadores econômicos, como o valor presente líquido e a relação benefício-custo, também auxiliam na análise de viabilidade da implantação do sistema de aproveitamento de água de chuva. O valor presente líquido é a soma dos fluxos de caixa descontados para o presente, utilizando uma taxa de juros "i". Esse valor é utilizado na comparação de alternativas de projeto, enquanto a relação benefício-custo analisa os custos e benefícios ao longo da vida útil do projeto (ATHAYDE, DIAS E GADELHA, 2007).

O dimensionamento do sistema como um todo também impacta no investimento necessário para sua implantação. Mierzwa, Hespanhol, Silva e Rodrigues (2007) criticam os métodos atuais de cálculo de reservatórios, pois exigem que eles tenham grande capacidade de armazenamento para suprir dias de seca, o que pode inviabilizar sua construção em determinadas situações. Portanto, o dimensionamento adequado dos reservatórios deve considerar a maximização do aproveitamento da água de chuva, otimizando o valor do investimento realizado no sistema.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Na metodologia deste trabalho, foram empregados métodos e materiais específicos para atender aos objetivos gerais e específicos estabelecidos. A execução do trabalho seguiu as seguintes etapas:

- i. **Levantamento de dados:** Foram coletados dados referentes à região de estudo, como índices pluviométricos, características socioeconômicas e padrões de consumo de água. Esses dados foram obtidos por meio de fontes confiáveis, como instituições governamentais, agências de abastecimento de água e estudos técnicos.
- ii. **Dimensionamento do sistema:** Revisão do dimensionamento do sistema projetado a fim de confirmar o correto dimensionamento da rede de acordo com as presentes necessidades da edificação.
- iii. **Análise de viabilidade:** Realizou-se uma análise de viabilidade econômica dos sistemas de aproveitamento de água de chuva, levando em consideração custos de implantação, operação e manutenção, tarifas de abastecimento de água, projeções futuras, indicadores econômicos (como valor presente líquido e relação benefício-custo) e peculiaridades da região de estudo.
- iv. **Avaliação de impactos:** Foram considerados os impactos ambientais, sociais e econômicos decorrentes da implantação dos sistemas de aproveitamento de água de chuva. Essa avaliação envolveu a análise do consumo de água potável evitado, redução de demanda nos sistemas de abastecimento, economia financeira, benefícios ambientais, entre outros aspectos.

Os materiais utilizados incluíram publicações científicas, normas técnicas, dados estatísticos, softwares de simulação e dimensionamento, ferramentas de análise econômica, entre outros recursos necessários para o desenvolvimento do trabalho.

3.1 Caracterização da área de estudo

A edificação objeto de estudo deste trabalho é a nova sede do Ministério Público Federal (MPF) no estado do Espírito Santo. A edificação conta com 10 pavimentos, sendo 5 de operação e outros 5 relacionados aos procuradores e suas equipes. A edificação teve início 18 de novembro de 2014, sendo iniciada pela empresa ACTA Engenharia, a qual esteve presente por 15 meses, até a data de 17 de fevereiro de 2016, deixando a obra com toda sua estrutura pronta, porém sem os acabamentos. Após a saída desta empresa foram realizados trabalhos de reforço estrutural e revestimento de fachada de modo a deixar a obra mais visualmente agradável devido a sua localização à beira-mar.

A obra fica localizada na cidade de Vitória no Espírito Santo, Av. Mal. Mascarenhas De Moraes, 1404, esquina com Av. Paulino Muller, esquina oposta à Sede da Receita Federal. Na Figura 2 a seguir é possível ver sua localização via satélite.

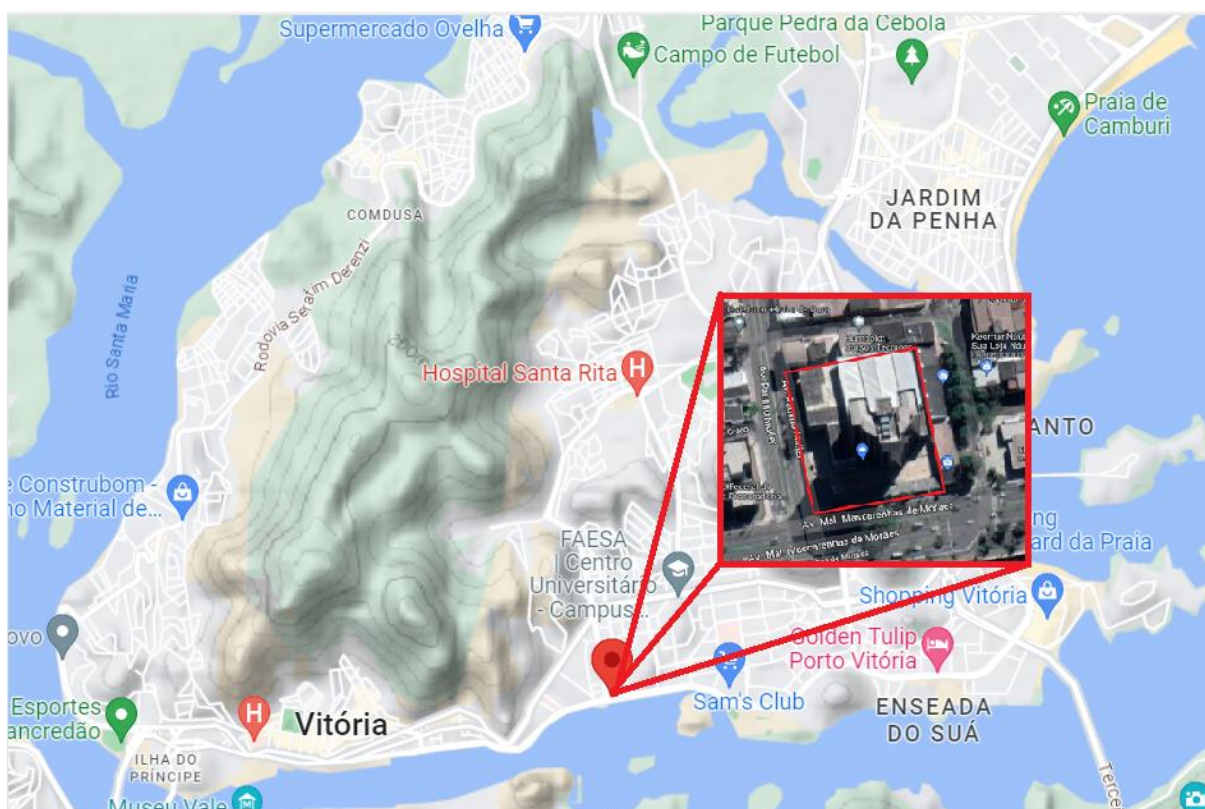


Figura 2: Mapa de localização da edificação.
Fonte: Modificado de Google Maps (2023)

Nas Figuras 3 e 4 a seguir é possível ver o estado atual da obra.



Figura 3: Vista externa da edificação.

Fonte: Autoria própria (2023).



Figura 4: Pavimentação externa sendo realizada.

Fonte: Autoria própria (2023).

3.1.1 Parâmetros de projeto

Como já dito anteriormente, a edificação está ainda em construção e todos seus projetos estão sob constante revisão, sendo que seu memorial descritivo está disponível online para consulta e neste trabalho uma pequena parte deste está sendo revisado quanto aos cálculos.

A seguir serão apresentados os cálculos refeitos com medidas retiradas *in loco*, uma vez que a construção foi retomada por outra construtora, a mesma teve de seguir a estrutura já existente, sendo assim foi necessária uma revisão completa do sistema para atender as mudanças.

3.1.1.1 Área De Contribuição

Na figura 5 é são apresentadas as equações para o cálculo das áreas de contribuição de drenagem.

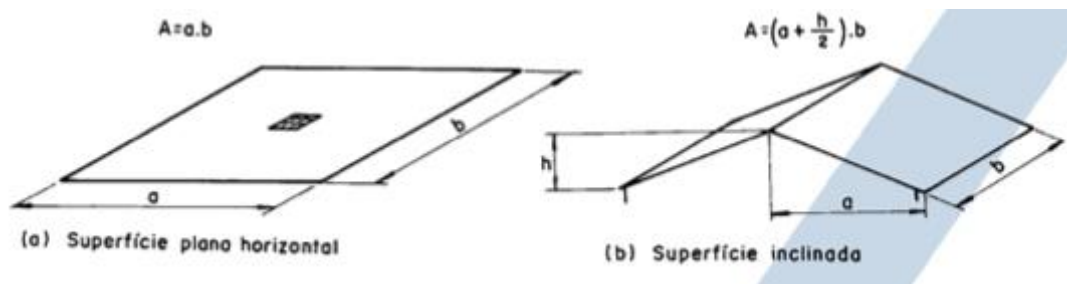


Figura 5: Cálculo das áreas de contribuição.

Fonte: Caderno de encargos MPF-ES.

De acordo com o caderno de encargos apresentado, levou-se em consideração uma intensidade pluviométrica de 156mm/h para um tempo de retorno de 5 anos, conforme NBR 10844 para cálculos pluviais. Ao verificar os dados meteorológicos da região nos últimos 10 anos, extraídos da BDMEP, pode-se verificar que a intensidade adotada atende as precipitações presentes na região.

Para captação deste sistema foram consideradas duas áreas distintas da edificação, sendo elas os telhados da cobertura, no 11º pavimento e o telhado do estacionamento no 4º pavimento, ambos representados nas figuras 6 e 7 abaixo.



Figura 6: Área de contribuição, telhado da cobertura, 11º pavimento.

Fonte: Caderno de encargos MPF-ES.

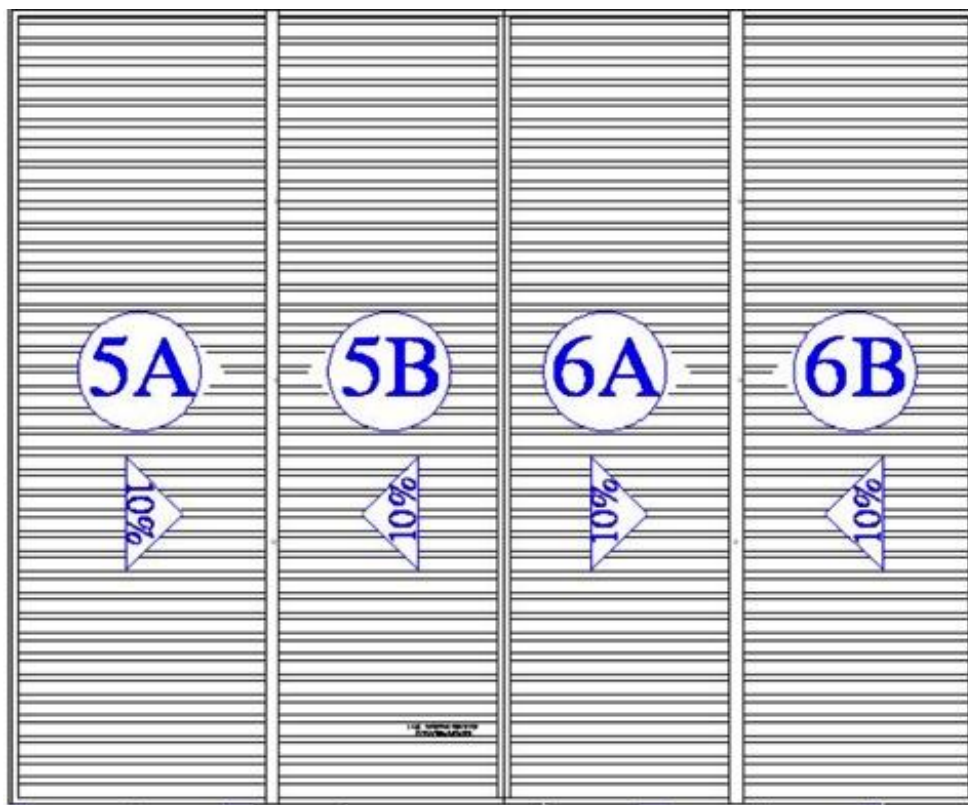


Figura 8: Área de contribuição, telhado do estacionamento, 4º pavimento.

Fonte: Caderno de encargos MPF-ES.

Estas áreas foram levadas em consideração nos cálculos apresentados pelo projetista a fim de dimensionar o sistema de captação de águas pluviais, estes cálculos estão presentes em seu caderno de especificações e foram revisados no presente trabalho a fim de garantir o bom funcionamento do sistema, abaixo estão apresentados os cálculos revisados do sistema.

3.1.1.2 Vazão

A vazão do projeto deve ser calculada pela fórmula:

$$Q = \frac{I \times A}{60} \quad (4)$$

Onde:

Q = vazão de projeto, em L/min, I = intensidade pluviométrica, em mm/h, A = área de contribuição em m².

3.1.1.3 Calhas

O dimensionamento das calhas foi realizado pela fórmula de Manning-Strickler já indicada na equação 1 do presente trabalho no item 1.2.5.

Com o valor da vazão de projeto podemos dimensionar as calhas das coberturas que suporte drenar tal vazão, atendendo todos os coeficientes de cálculo. Na figura 9 está representada as dimensões consideradas em projeto.

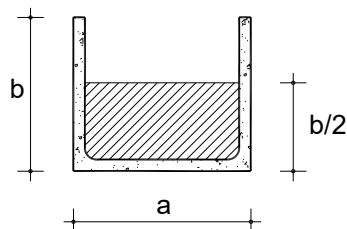


Figura 9: Seção transversal da calha.
Fonte: Caderno de encargos MPF-ES.

Foram adotadas as seguintes dimensões: $a = 0,80\text{m}$, $b = 0,27\text{m}$ e $b/2 = 0,135\text{m}$.

3.1.1.4 Condutos verticais

Para o cálculo dos condutos verticais utilizou-se a NBR 10844 a qual da as seguintes diretrizes:

O dimensionamento dos condutores verticais deve ser feito a partir dos seguintes dados:

Q = Vazão de projeto, em L/min

H = altura da lâmina de água na calha, em mm

L = comprimento do condutor vertical, em m

Nota: O diâmetro interno (D) do condutor vertical é obtido através dos ábacos da Figura 3.

5.6.4.1 Para calhas com saída em aresta viva ou com funil de saída, deve-se utilizar, respectivamente, o ábaco (a) ou (b) dados:

Q (L/min), H (mm) e L (m)

- H incógnita: D (mm)

- Procedimento: levantar uma vertical por Q até interceptar as curvas de H e L correspondentes. No caso de não haver curvas dos valores de H e L , interpolar entre as curvas existentes. Transportar a interseção mais alta até o eixo D . Adotar o diâmetro nominal cujo diâmetro interno seja superior ou igual ao valor encontrado.

5.6.4.2 Os ábacos foram construídos para condutores verticais rugosos (coeficiente de atrito $f = 0,04$) com dois desvios na base.

A figura 3 da NBR10844 encontra-se no anexo 2 deste trabalho.

3.1.1.5 Reservatórios

Uma vez que os reservatórios já foram feitos e instalados, sendo eles, 2 reservatórios superiores de $10,06\text{m}^3$ e 2 reservatórios inferiores de $2,5\text{m}^3$ para água tratada e 2 reservatórios de 10m^3 para água bruta, não há como serem modificados

dada a estrutura da edificação, portanto, os mesmos não foram redimensionados, sendo considerados os reservatórios disponíveis com um total de 45,12m³ no total, reserva esta suficiente para aproximadamente 5 dias da demanda local.

3.1.2 Quantitativo do sistema

A inclusão de uma parte de um sistema de reaproveitamento de águas pluviais no cálculo do tempo de retorno de investimento pode ser questionável quando essa parte já seria instalada independentemente do reaproveitamento.

Vamos supor que uma edificação já tenha a necessidade de instalar um sistema de coleta e armazenamento de águas pluviais para atender requisitos de drenagem e evitar possíveis danos causados por enchentes. Essa parte do sistema é fundamental para garantir a segurança e integridade da construção, e o custo associado à sua instalação seria necessário mesmo sem o objetivo de reaproveitar a água.

No entanto, se decidimos aproveitar essa água pluvial coletada para usos não potáveis, como irrigação de jardins, descarga de vasos sanitários ou lavagem de pisos, aí sim estamos adicionando um componente adicional ao sistema, como um filtro, uma bomba ou uma tubulação específica para distribuição da água. Esses componentes adicionais têm um custo adicional associado à sua instalação.

Quando calculamos o tempo de retorno de investimento, geralmente consideramos apenas os custos e benefícios diretos associados ao objetivo principal do sistema, que é o reaproveitamento da água pluvial. Os custos da parte do sistema que já seria instalada independentemente do reaproveitamento não são considerados, pois são considerados como custos de base necessários.

Isso ocorre porque se não houvesse a intenção de reaproveitar a água pluvial, esses custos já estariam presentes no projeto e não seriam considerados como parte do investimento específico para o reaproveitamento.

Portanto, para um cálculo mais preciso do tempo de retorno de investimento, é importante distinguir claramente quais são os componentes adicionais e seus custos específicos associados ao reaproveitamento da água pluvial, em oposição aos custos já existentes para atender a outras necessidades básicas da edificação.

Para o levantamento quantitativo levou-se em consideração apenas o sistema a ser implantado para tratamento, armazenagem e distribuição da água a ser reaproveitada. A figura 10 mostra o layout do sistema de tratamento e armazenagem, nos anexos 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9 estão presentes os projetos levados em consideração para o levantamento.

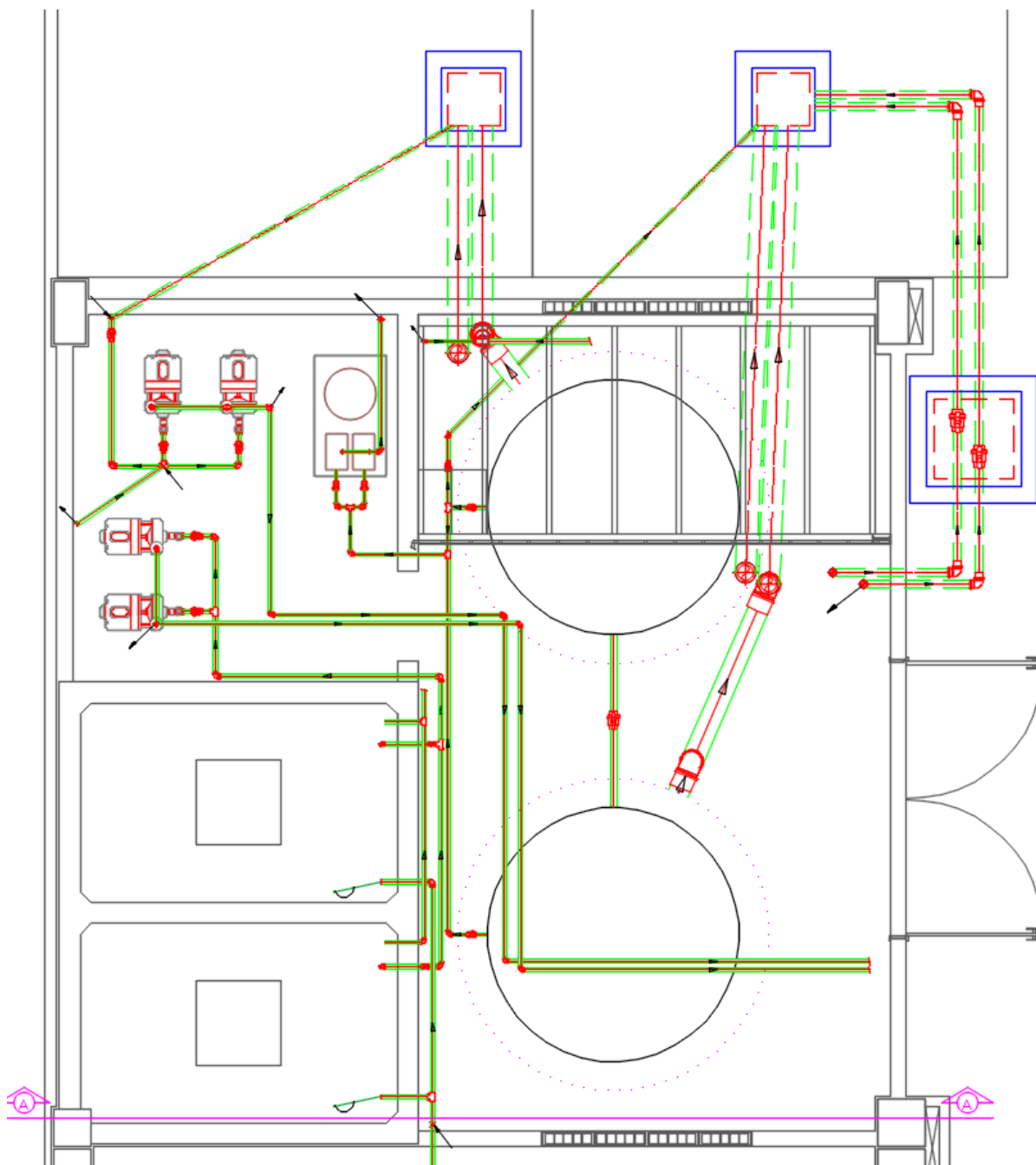


Figura 10: Layout do sistema de aproveitamento de águas pluviais.

Fonte: Projetos executivos MPF-ES.

3.1.3 Estudo de viabilidade técnico-financeira

Segundo o PROSAB (2006), a análise técnico-financeira tem como objetivo determinar o tempo necessário para recuperar o investimento na implementação de um sistema de aproveitamento de água da chuva. Além disso, o estudo visa identificar qual dos cenários será mais vantajoso em termos financeiros para a instituição.

Para realizar essa análise, é necessário contabilizar os custos de implantação do sistema, considerando os valores de materiais e mão de obra. Além disso, devem ser incluídos os custos de operação e manutenção do sistema, que envolvem os gastos com energia para o bombeamento da água e possíveis tratamentos de desinfecção. Feito isso, é possível calcular o benefício gerado pela economia de água potável na edificação (PROSAB, 2006).

Para o cálculo do valor da economia de água proporcionada pelo sistema de aproveitamento de água de chuva utilizou-se as tarifas fornecidas pela CESAN presentes no anexo 10 deste trabalho.

Para se obter a estimativa de custo do sistema utilizou-se a planilha contratual em vigor na qual consta os valores a serem pagos por cada item a ser instalado considerando-se valores de materiais, mão de obra e custos operacionais para implantação do mesmo.

4 RESULTADOS

4.1 Áreas de contribuição e vazões

Seguindo os parâmetros definidos no item 2.1.1.1 e 2.1.1.2 chegamos aos resultados apresentados no quadro 5 a seguir, podendo se observar os valores das áreas de telhado e a vazão para cada conjunto. Os valores das áreas e vazão

Áreas de contribuição e vazão		ÁREA (m ²)	VAZÃO (L/min)
	1A	32,44	190,73
1B	40,92		
2A	19,45	95,73	
2B	13,37		
3A	19,45	95,73	
3B	13,37		
4A	32,44	190,73	
4B	40,92		
5A	205,68	1016,99	
5B	185,47		
6A	185,57	978,39	
6B	190,83		
JAJE 1	195,39	508,01	
TOTAL	1175,30	3076,31	

Quadro 5: Áreas de contribuição e vazões calculadas.

Fonte: Autoria própria.

As áreas e vazões diferem levemente das projetadas, apenas 4%, resultado da diferença entre projeto e execução, abaixo no quadro 6 são explicitados os valores originalmente considerados para esta edificação.

Áreas de contribuição e vazão		ÁREA (m ²)	VAZÃO (L/min)
	1A	31,60	153,50
	1B	27,44	
	2A	19,62	96,35
	2B	17,44	
	3A	19,62	96,35
	3B	17,44	
	4A	31,60	153,50
	4B	27,44	
	5A	230,67	1133,44
	5B	205,27	
	6A	205,27	1082,22
	6B	210,97	
	JAJE 1	182,60	474,76
	TOTAL	1226,98	3190,12

Quadro 6: Valores iniciais de projeto.

Fonte: Adaptado de caderno de encargos MPF-ES.

4.2 Calhas

Para o cálculo das calhas seguiu-se as orientações indicadas no item 2.1.1.3, os resultados obtidos são apresentados no quadro 7 a seguir, a memória de cálculo se faz presente no anexo 10.

	1A/1B	2A/2B	3A/3B	4A/4B	5A/5B	6A/6B
Vazão de projeto (L/min)	153,50	96,35	96,35	153,50	1016,99	978,39
A(m)	0,800	0,800	0,800	0,800	0,900	0,900
B(m)	0,270	0,270	0,270	0,270	0,200	0,200
b/2(m)	0,135	0,135	0,135	0,135	0,100	0,100
l0(m/m)	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
Vazão calculada (L/min)	8275,72	8275,72	8275,72	8275,72	6005,83	6005,83

Quadro 7: Resultados calculados para as calhas instaladas.

Fonte: Autoria própria.

Originalmente seriam utilizadas calhas diferentes para as coberturas 2A, 2B, 3A e 3B, porém como as calhas utilizadas são de concreto pré-moldado e as vazões são atendidas, um único modelo foi aplicado no local, satisfazendo a necessidade da edificação.

4.3 Conduitos verticais

Seguindo as orientações da NBR10844 citadas anteriormente, adotou-se 02 condutores de 100mm, atendendo a vazão de 508,01 L/min da laje 01.

4.4 Quantitativo do sistema

O levantamento a seguir levou em consideração as últimas alterações de projeto para o sistema de reaproveitamento de águas pluviais as quais incluem uma estrutura metálica para assentamento correto do sistema e novo trajeto da tubulação. O quadro 8 demonstra o levantamento de tubulação realizado a partir do projeto utilizando a referência presente na planilha para sua descrição.

	UN.	HORIZONTAL	VERTICAL	TOTAL
TUBO PPR DN 25MM, INCLUSIVE CONEXÕES - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	M	20,88	42,04	62,92
TUBO PPR DN 32MM, INCLUSIVE CONEXÕES - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	M	69,42	62,87	132,29
TUBO PPR DN 40MM, INCLUSIVE CONEXÕES - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	M	1,50	15,05	16,55
TUBO PPR DN 50MM, INCLUSIVE CONEXÕES - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	M	44,66	49,80	94,46
TUBO PVC SOLDAVEL AGUA FRIA DN 32MM, INCLUSIVE CONEXOES - FORNECIMENTO E INSTALACAO	M	30,98	-	30,98
TUBO PVC SOLDAVEL AGUA FRIA DN 40MM, INCLUSIVE CONEXOES - FORNECIMENTO E INSTALACAO	M	14,29	-	14,29
TUBO PVC SOLDAVEL AGUA FRIA DN 50MM, INCLUSIVE CONEXOES - FORNECIMENTO E INSTALACAO	M	19,96	-	19,96
TUBO PVC ESGOTO PREDIAL SERIE R DN 75MM, INCLUSIVE CONEXOES - FORNECIMENTO E INSTALACAO	M	14,32	-	14,32
TUBO PVC ESGOTO PREDIAL SERIE R DN 200MM, INCLUSIVE CONEXOES - FORNECIMENTO E INSTALACAO	M	30,26	-	30,26

**Quadro 8: Levantamento de tubulação para sistema de reaproveitamento.
Fonte: Autoria própria.**

Os demais componentes do sistema foram levantados separadamente considerando-se os anexos 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9 deste trabalho. O quadro 9 demonstra de forma resumida este quantitativo.

DESCRIÇÃO	UN.	QUANTIDADE	VALOR UNITÁRIO	VALOR TOTAL
-----------	-----	------------	----------------	-------------

TUBO PPR DN 25MM, INCLUSIVE CONEXÕES - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	M	62,92	R\$ 24,14	R\$ 1.518,89
TUBO PPR DN 32MM, INCLUSIVE CONEXÕES - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	M	132,29	R\$ 36,32	R\$ 4.804,77
TUBO PPR DN 40MM, INCLUSIVE CONEXÕES - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	M	16,55	R\$ 53,34	R\$ 882,78
TUBO PPR DN 50MM, INCLUSIVE CONEXÕES - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	M	94,46	R\$ 72,67	R\$ 6.864,41
TUBO PVC SOLDAVEL AGUA FRIA DN 32MM, INCLUSIVE CONEXOES - FORNECIMENTO E INSTALACAO	M	30,98	R\$ 38,64	R\$ 1.197,07
TUBO PVC SOLDAVEL AGUA FRIA DN 40MM, INCLUSIVE CONEXOES - FORNECIMENTO E INSTALACAO	M	14,29	R\$ 50,40	R\$ 720,22
TUBO PVC SOLDAVEL AGUA FRIA DN 50MM, INCLUSIVE CONEXOES - FORNECIMENTO E INSTALACAO	M	19,96	R\$ 56,38	R\$ 1.125,34
TUBO PVC ESGOTO PREDIAL SERIE R DN 75MM, INCLUSIVE CONEXOES - FORNECIMENTO E INSTALACAO	M	14,32	R\$ 58,71	R\$ 840,73
TUBO PVC ESGOTO PREDIAL SERIE R DN 200MM, INCLUSIVE CONEXOES - FORNECIMENTO E INSTALACAO	M	30,26	R\$ 78,10	R\$ 2.363,31
VÁLVULA SOLENOIDE DE Ø1 - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	UN	1,00	R\$ 226,35	R\$ 226,35
VALVULA AUTOMATICA DE REDUÇÃO DE PRESSÃO Ø1.1/2", ENTRADA 47MCA, SAÍDA 30MCA - FORNECIMENTO E INSTALACAO	UN	2,00	R\$ 1.861,07	R\$ 3.722,14
FILTRO TIPO Y EM FERRO FUNDIDO Ø1.1/2, FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	UN	2,00	R\$ 315,54	R\$ 631,08
MANÔMETRO TIPO UT, FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	UN	2,00	R\$ 183,39	R\$ 366,78
RESERVATÓRIO DE CAPTAÇÃO EM POLIETILENO, CAP. 10M3 - FORNECIMENTO E COLOCAÇÃO	UN	2,00	R\$ 5.792,98	R\$ 11.585,96
RESERVATÓRIO DE ÁGUA TRATADA EM POLIETILENO, CAP. 2,5M3 - FORNECIMENTO E COLOCAÇÃO	UN	2,00	R\$ 2.661,98	R\$ 5.323,96
CONTINUA				
CONTINUAÇÃO				
DESCRIÇÃO	UN.	QUANTIDADE	VALOR UNITÁRIO	VALOR TOTAL
RESERVATÓRIO DE DESCARTE DA 1ª CHUVA EM POLIETILENO, CAP. 1,0M3 - FORNECIMENTO E COLOCAÇÃO	UN	2,00	R\$ 1.682,62	R\$ 3.365,24

SISTEMA DE TRATAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS - TRIFÁSICO COMPOSTO POR PAINEL DE COMANDO, FILTRO DE AREIA, 02 BOMBAS, ELETROBÓIA, CLORADOR E PLATAFORMA EM POLIETILENO	UN	1,00	R\$ 17.158,62	R\$ 17.158,62
BÓIA Ø1.1/4, FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	UN	2,00	R\$ 149,37	R\$ 298,74
BOMBA DE RECALQUE COM VAZÃO DE 7,40M3/H, HMAN=90MCA E POTÊNCIA DE 5,0CV - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	UN	2,00	R\$ 2.968,38	R\$ 5.936,76
SUPORTE PARA TUBOS HORIZONTAIS ENTRE 1/2" E 2" (ABRAÇADEIRA TIPO D COM PARAFUSOS) - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	UN	150,00	R\$ 35,87	R\$ 5.380,50
SUPORTE PARA TUBOS HORIZONTAIS ENTRE 2.1/2" E 4" (ABRAÇADEIRA TIPO D COM PARAFUSOS) - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	UN	35,00	R\$ 40,61	R\$ 1.421,35
SUPORTE PARA TUBOS VERTICAIS ENTRE 1/2" E 2" (ABRAÇADEIRA TIPO COPO) - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	UN	115,00	R\$ 18,57	R\$ 2.135,55
PINTURA COM ESMALTE SINTÉTICO EM TUBULAÇÕES COM DUAS DEMÃOS (DIÂMETROS VARIADOS)	UN	416,03	R\$ 6,54	R\$ 2.720,84
REGISTRO GAVETA 1.1/2" BRUTO LATAO - FORNECIMENTO E INSTALACAO	UN	8,00	R\$ 138,62	R\$ 1.108,96
REGISTRO GAVETA 1.1/4" BRUTO LATAO - FORNECIMENTO E INSTALACAO	UN	7,00	R\$ 116,48	R\$ 815,36
ESTRUTURA METALICA EM AÇO ESTRUTURAL, PERFIL "I" W150X13,0 (13,0KG/M), INCLUINDO PINTURA	UN	176,41	R\$ 37,72	R\$ 6.654,19
ESTRUTURA METALICA EM AÇO ESTRUTURAL, PERFIL "U" - 3"X6,10 (6,10 KG/M), INCLUINDO PINTURA	UN	60,63	R\$ 35,40	R\$ 2.146,44
ESTRUTURA METÁLICA EM AÇO ESTRUTURAL, CHAPA LISA E=12,70MM (94,6KG/M2), INCLUINDO PINTURA	UN	1018,99	R\$ 37,01	R\$ 37.712,94
FORNECIMENTO E COLOCAÇÃO DE CHUMBADOR PARABOLT 1/2 (Ø12,50MM)	UN	16,00	R\$ 15,81	R\$ 252,96
CONTINUA				
CONTINUAÇÃO				
DESCRIÇÃO	UN.	QUANTIDADE	VALOR UNITÁRIO	VALOR TOTAL

ESCADA TIPO MARINHEIRO EM PERFIS METÁLICOS (TUBO 3/4" E BARRA CHATA 2X1"), COM GUARDA-CORPO H=5,10M (BARRA CHATA 2X1" E 3/8"X1 1/2"), ACABAMENTO EM PINTURA ESMALTE SINTÉTICO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO (CONFORME MODELO EXISTENTE)	UN	1,00	R\$ 7.109,48	R\$ 7.109,48
GUARDA CORPO EM TUBO DE AÇO GALVANIZADO 3/4" COM PINTURA ESMALTE SINTÉTICO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	UN	11,23	R\$ 528,03	R\$ 5.930,30

Quadro 9: Levantamento de materiais a serem implantados.

Fonte: Autoria própria.

4.5 Viabilidade

Para calcular a viabilidade do sistema e o tempo de retorno do investimento devemos considerar a demanda do sistema, custos de implantação e operação.

Com a informação dada pelo caderno de encargos da referida obra, de que a população prevista é de 570 pessoas juntamente com os valores de demanda fornecidos pela tabela 7, podemos calcular a demanda da edificação para um período de 22 dias uteis mensalmente, sendo ela de:

$$C = 570 \times 50 \times 22 \quad (5)$$

$$C = 627.000 \frac{L}{mes} = 627m^3/mes \quad (6)$$

Contudo, a utilização da água coletada será exclusivamente em descargas de sanitários, não sendo utilizada para limpeza ou irrigação, desta forma, seguindo os dados fornecidos por Santos (2010) chegamos a um valor de consumo *per capita* uma vez que as bacias sanitárias serão todas com caixa acoplada e com volume de 6 litros por fluxo, desta forma obtemos os resultados do quadro 10.

VEZES AO DIA	HOMENS (202)		MULHERES (221)		TOTAL
1	67	33%	-	-	67
2-3	113	56%	158	71%	271
4	22	11%	24	11%	4
>4	-	-	39	18%	39

**Quadro 10: Média de utilização diária das bacias sanitárias.
Fonte: Adaptado de Santos (2010).**

Como demonstrado acima, ao fazer uma média ponderada com os dados fornecidos pelo estudo acima citado, em média a bacia sanitária é utilizada 2,66 vezes ao dia, entre homes e mulheres. por ser uma edificação ainda em construção adotaremos este valor para o cálculo de demanda uma vez que a demanda real não pode ser calculada de forma mais precisa.

Considerando as últimas informações, o consumo *per capita* cai de 50 litros para 15,96 litros, gerando uma nova demanda mensal a ser suprida pelo sistema de reaproveitamento:

$$C = 570 \times 15,96 \times 22 \quad (7)$$

$$C = 200.138,4 \frac{L}{mes} \cong 200,14m^3/mês \quad (8)$$

Uma vez que a demanda foi estabelecida pode-se calcular a precipitação mensal a ser coletada pela rede, para tal, se faz necessária a série histórica de precipitações mensais do local de estudo, tal informação foi retirada do INCAPER (INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA, ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL), o anexo 11 mostra esta série levando em consideração as precipitações desde 1984 a 2014.

Como o gráfico fornecido não apresenta valores absolutos que possam ser utilizados para fins de cálculo, utilizou-se os dados de precipitação dos últimos 10 anos na estação meteorológica mais próxima a edificação, sendo esta a estação do INMET – VITÓRIA (83648), os dados fornecidos pela estação são apresentados no anexo 12 deste trabalho. Com as informações coletadas foi possível criar o gráfico 1 a ser utilizado como base para os cálculos a seguir.

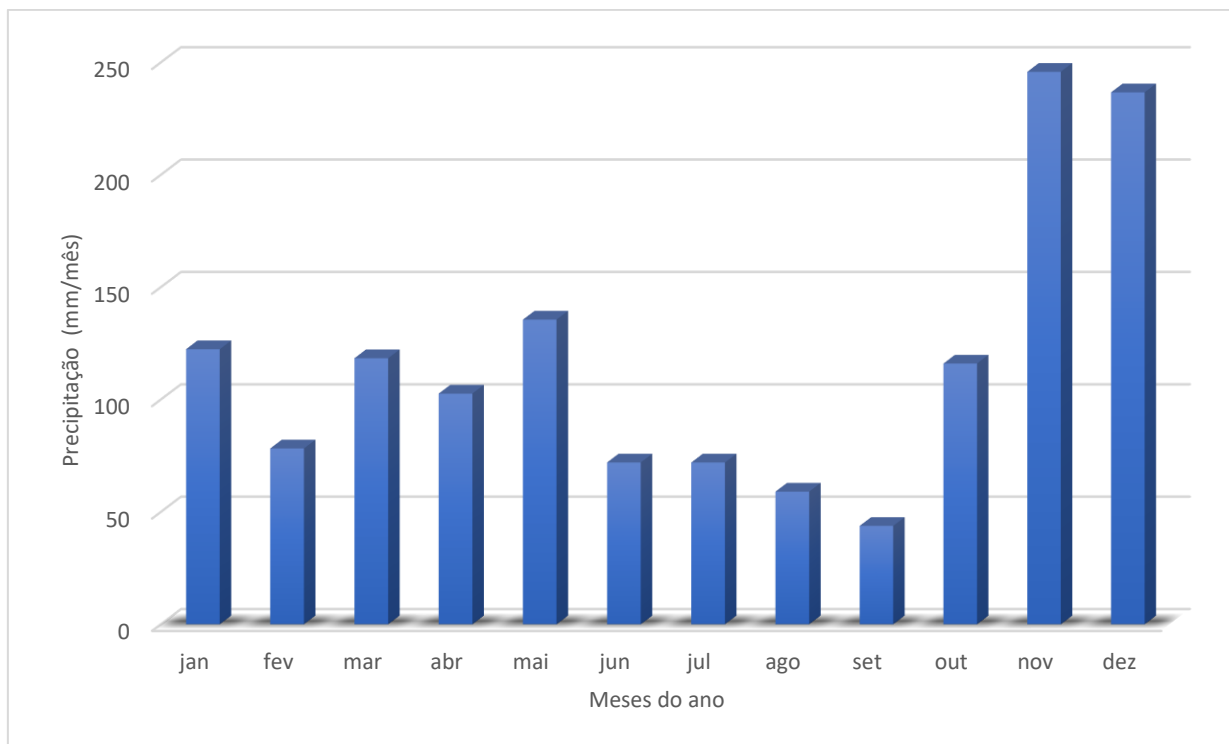


Gráfico 1: Média de precipitações mensais na cidade de Vitória-ES.
Fonte: Autoria própria.

Valendo-se dos dados de precipitação é possível calcular o volume captado pelo sistema mensalmente. O quadro 11 demonstra os resultados obtidos considerando-se a área total de contribuição, *runoff* de 0,8 e um Nfator de 0,95.

Meses	Chuva média mensal (mm)	Área de captação (m ²)	Volume de chuva mensal (m ³)
Janeiro	122,40	1175,3	109,33
Fevereiro	78,23	1175,3	69,88
Março	118,38	1175,3	105,74
Abril	102,63	1175,3	91,67
Maio	135,56	1175,3	121,09
Junho	72,00	1175,3	64,31
Julho	72,00	1175,3	64,31
Agosto	59,02	1175,3	52,72
Setembro	43,78	1175,3	39,11
Outubro	116,00	1175,3	103,61
Novembro	245,82	1175,3	219,57
Dezembro	236,69	1175,3	211,42

**Quadro 11: Volume mensal esperado para captação mensal do sistema.
Fonte: Autoria própria.**

Como demonstrado acima, o volume de captação apenas atenderá a demanda de 200,14m³/mês nos meses de novembro e dezembro, sendo necessário a utilização de água fornecida pela concessionária local.

A seguir deve-se calcular o custo de implantação do sistema, uma vez que os quantitativos já foram apresentados basta agora relacionarmos seus custos. Os valores apresentados no anexo 13 foram retirados da planilha contratual, ou seja, é o valor a ser efetivamente pago pelos cofres públicos para execução dos serviços, o valor total a ser investido é de R\$142.322,01.

Para calcularmos o tempo de retorno do investimento devemos comparar os valores a serem economizados com o sistema com os custos do projeto, conforme citado no item 2.1.3 utilizou-se as tarifas em vigor cobradas pela CESAN para um edifício público que utiliza mais de 50 metros cúbicos mensalmente, sendo esta uma taxa fixa de R\$ 56,84 e R\$ 11,50 por metro cúbico excedente, ou seja, o custo mensal deste sistema se dá por:

$$C = 56,84 + 11,50 \times V \quad (9)$$

Onde C é o custo em reais e V é o volume de água que excede os 50 metros cúbicos. Desta maneira conclui-se que o custo mensal é de:

$$C = 56,84 + 11,50 \times 150,14 \quad (10)$$

$$C = R\$1.783,45 \quad (11)$$

Ao se desconsiderar os custos operacionais do sistema implantado, a economia gerada em 1 ano de operação, considerando-se que todo volume coletado será utilizado, seria de:

$$C = 56,84 \times 12 + 11,50 \times 625,76 \quad (12)$$

$$C = R\$7.878,32 \quad (13)$$

Uma vez que o sistema não supre totalmente as necessidades da edificação, ainda haveria um custo anual de R\$12.614,08 pela utilização de água potável fornecida pelo sistema de abastecimento local.

Para determinar o período de retorno, foi considerada a aplicação de uma taxa de juros sobre o valor anual economizado, a fim de reduzir essa parcela ao tempo presente. Além disso, foi aplicado um reajuste anual na tarifa de água, com o mesmo valor, o que resulta em um aumento do preço da tarifa. Ao aplicar simultaneamente essas taxas, elas se anulam. Portanto, o cálculo resulta em uma simples divisão do valor do investimento do sistema de reuso pelo valor da economia anual alcançada.

Com um custo total do sistema de R\$142.322,01 e uma economia anual de R\$7.878,32 pela utilização do sistema temos que o investimento realizado terá seu retorno em aproximadamente 18,065 anos.

O longo período de retorno se dá devido a capacidade do sistema em coletar e armazenar a água de reuso, como evidenciado anteriormente, o sistema só suprirá a demanda nos meses de novembro e dezembro, sendo necessário o auxílio da rede pública de abastecimento para seu funcionamento.

De acordo com a norma de desempenho ABNT NBR 15.575:2013, a vida útil de um sistema hidrossanitário é de no mínimo 20 anos. O tempo de retorno de 18,065 anos representa 90,32% do tempo mínimo da edificação, nos outros 1,935 anos a edificação lucrará com o sistema. Para saber o lucro efetivo após o tempo de retorno basta multiplicarmos os 1,935 anos restantes pela economia anual considerada, R\$7.878,32, chegando a um valor de R\$15.244,55, mostrando-se viável economicamente.

5 CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a viabilidade econômica da implantação de um sistema de reuso de águas pluviais em uma edificação pública prevista para uma população de 570 pessoas. Os custos com manutenção e energia foram desconsiderados. O estudo mostrou que o sistema tem um tempo de retorno de 18,065 anos, não podendo ser reduzido uma vez que as precipitações locais não são suficientes para suprir as demandas em 10 dos 12 meses do ano.

Durante o período considerado de 20 anos, o sistema irá economizar aproximadamente 25.055 metros cúbicos de água ao mesmo tempo que retira este mesmo volume das galerias pluviais, resultando na preservação dos mananciais, prevenção de enchentes e reduzindo os impactos da construção civil sobre o meio ambiente.

O resultado deste estudo demonstra a viabilidade do uso de águas pluviais em edifícios e seu potencial para economia de água, além de indiretamente beneficiar as redes de coleta pluvial públicas. Por isso, é importante estabelecer leis municipais e estaduais que tornem obrigatória a utilização desse sistema. Já existe um movimento de conscientização, especialmente após as políticas de racionamento, que surgiram em resposta às crises hídricas de 2014 e 2015. Várias cidades, como Brasília e São Paulo, já implementaram leis municipais e estaduais para o reuso de água da chuva.

6 REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil**. ANA, 2013.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Conservação e reuso da água em edificações**. São Paulo: ANA, 2005.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Caderno de Recursos Hídricos Disponibilidades e Demandas de Recursos Hídricos no Brasil**. Brasília: ANA, 2005.

AMORIM, S. V.; PEREIRA, D. J. A. **Estudo comparativo dos métodos de dimensionamento para reservatórios utilizados em aproveitamento de água pluvial**. Revista Ambiente Construído, Porto Alegre (RS), v. 8, n. 2, p. 53-66, abr./jun. 2008.

ANNECCHINI, K. P. V. **Aproveitamento da Água da Chuva Para Fins Não Potáveis na Cidade de Vitória (ES)**. 2005. 150p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória, 2005.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR15527: **Água de Chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisitos**. Rio de Janeiro, 2007.

ATHAYDE, G. B.; DIAS, I. C. S.; GADELHA, C. L. M. **Viabilidade econômica e aceitação social do aproveitamento de águas pluviais em residências na cidade de João Pessoa**. Revista Ambiente Construído, Porto Alegre (RS), v. 8, n. 2, p. 85-98, abr./jun. 2008.

CAMPOS, M. A. S. **Aproveitamento de água pluvial em edifícios residenciais multifamiliares na cidade de São Carlos**. São Carlos. 2004. 145 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004.

CREDER, H. **Instalações hidráulicas e sanitárias**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2006. 440 p.

CORDOVA, M. M; GHISI, E. **Netuno 4 – Manual do Usuário**. 2014. 161p. Laboratório de Eficiência Energética em Edificações – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2014

GOMES, H. P. **Eficiência Hidráulica e Energética em Saneamento: Análise Econômica de Projetos**. 2ª ed, João Pessoa, Brasil, Editora UFPB, 2009.

MANCUSO, P.C.S.; SANTOS, H.F. dos S. (eds). **Reúso de Águas. Barueri**. Universidade de São Paulo, Faculdade de Saúde Pública, Núcleo de Informação em Saúde Ambiental, 2003.

MARINOSKI, A. K.;GHISI, E.. **Aproveitamento de água pluvial para usos não potáveis em instituição de ensino: estudo de caso em Florianópolis – SC**. Revista de Gestão de Água da América Latina, Porto Alegre (RS), v. 4, n. 1, p. 29- 37, Jan./jun. 2007.

MAY, S. **Estudo da viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações**. 2004, 160p. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica de São Paulo. São Paulo, 2004

NAKADA, L. Y. K.; MORUZZI, R. B. **Variabilidade qualitativa de águas pluviais coletadas em telhado e sua importância na concepção do sistema de tratamento**. Revista Engenharia Sanitaria e Ambiental, Rio de Janeiro (RJ), v. 19, n. 1, p. 1-9, jan./mar. 2014.

RODRIGUES, J. C. M. R. **Sistemas de Aproveitamento de Águas Pluviais: Dimensionamento e Aspectos Construtivos**. 2010. 94p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade do Porto. Porto - Portugal, 2010.

SANTOS, LUIZ C. A. **Gestão da água em edificações públicas: a experiência no prédio da empresa baiana de águas e saneamento s.a. -EMBASA**. Universidade federal da Bahia - Escola politécnica - Mestrado em engenharia ambiental urbana, Salvador, 2010.

SILVEIRA, B. Q. **Reúso da água pluvial em edificações residenciais**. Monografia de especialização - Departamento de Engenharia de Materiais e Construção, Escola de Engenharia na UFMG, Belo Horizonte, 2008.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis**. São Paulo: Navegar, 2011. 180 p.

7 ANEXOS

Anexo 1

PRECIPITACAO TOTAL, MENSAL (AUT)(mm)

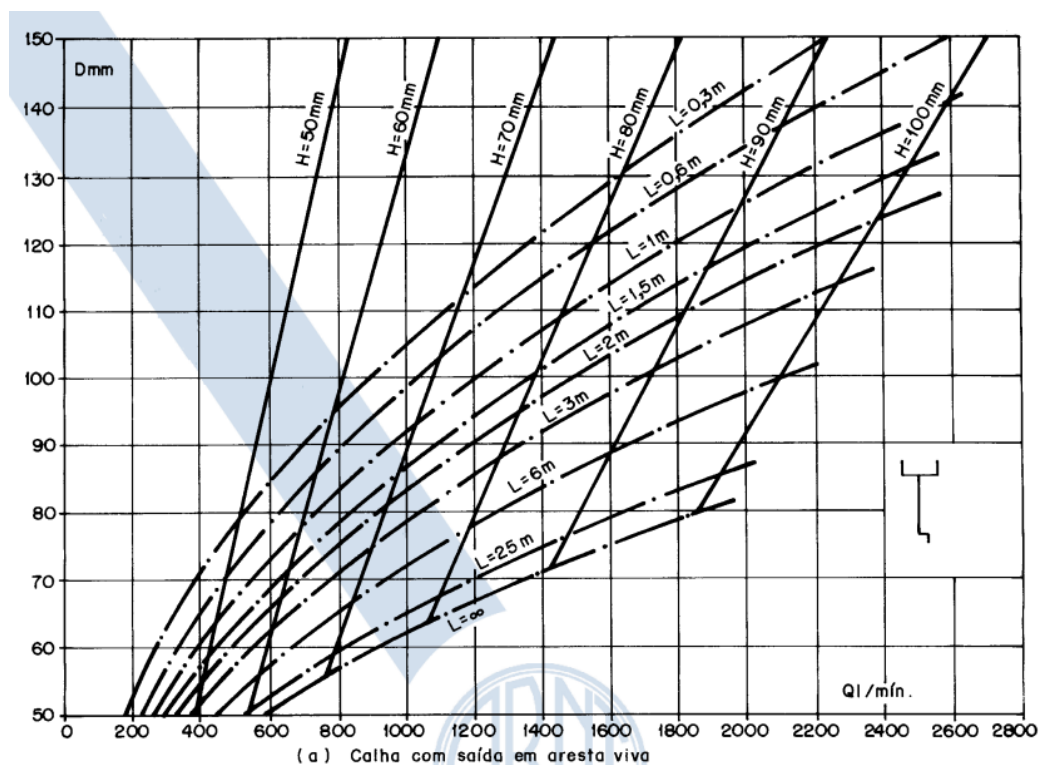
31/01/2013	229,00	31/01/2016	221,20	30/09/2018	22,60
28/02/2013	21,60	29/02/2016	12,00	31/10/2018	179,00
31/03/2013	449,40	31/03/2016	90,00	30/11/2018	274,40
30/04/2013	79,00	30/04/2016	29,40	31/12/2018	221,00
31/05/2013	58,40	31/05/2016	24,20	31/01/2019	3,00
30/06/2013	43,80	30/06/2016	89,80	28/02/2019	130,00
31/07/2013	70,80	31/07/2016	100,20	31/03/2019	80,00
31/08/2013	95,00	31/08/2016	29,60	31/05/2019	241,40
30/09/2013	21,80	30/09/2016	26,80	30/06/2019	32,80
31/10/2013	75,20	31/10/2016	101,40	31/07/2019	55,40
30/11/2013	316,40	30/11/2016	199,20	31/08/2019	56,80
31/12/2013	746,60	31/12/2016	96,60	30/09/2019	102,00
31/01/2014	62,00	31/01/2017	58,80	31/10/2019	58,80
28/02/2014	50,80	31/03/2017	29,40	30/11/2019	549,60
31/03/2014	95,00	30/04/2017	54,00	31/12/2019	183,80
30/04/2014	143,60	31/05/2017	170,20	31/01/2020	250,00
31/07/2014	99,20	30/06/2017	128,00	31/08/2021	75,00
31/08/2014	83,40	31/07/2017	197,20	30/11/2021	287,20
30/09/2014	31,60	31/08/2017	27,60	31/12/2021	116,00
31/10/2014	321,60	30/09/2017	65,40	31/01/2022	75,60
30/11/2014	56,80	31/10/2017	50,20	28/02/2022	97,00
31/12/2014	118,00	30/11/2017	132,40	31/03/2022	51,80
28/02/2015	52,40	31/12/2017	229,60	30/04/2022	15,60
31/03/2015	69,20	31/01/2018	79,60	30/06/2022	18,60
30/04/2015	42,60	28/02/2018	183,80	31/07/2022	17,80
31/07/2015	19,20	31/03/2018	82,20	31/08/2022	12,00
31/08/2015	70,80	30/04/2018	354,20	30/09/2022	54,40
30/09/2015	25,60	31/05/2018	183,60	31/10/2022	89,80
31/10/2015	52,00	30/06/2018	119,00	30/11/2022	343,60
30/11/2015	52,80	31/07/2018	16,20	31/12/2022	327,20
31/12/2015	91,40	31/08/2018	81,00	31/01/2023	181,60

Média de precipitação:	120,81	Mediana:	70,8	Máximo:	746,6
------------------------	--------	----------	------	---------	-------

Quadro 12: Dados de precipitação mensal nos últimos 10 anos na cidade de Vitória-ES.

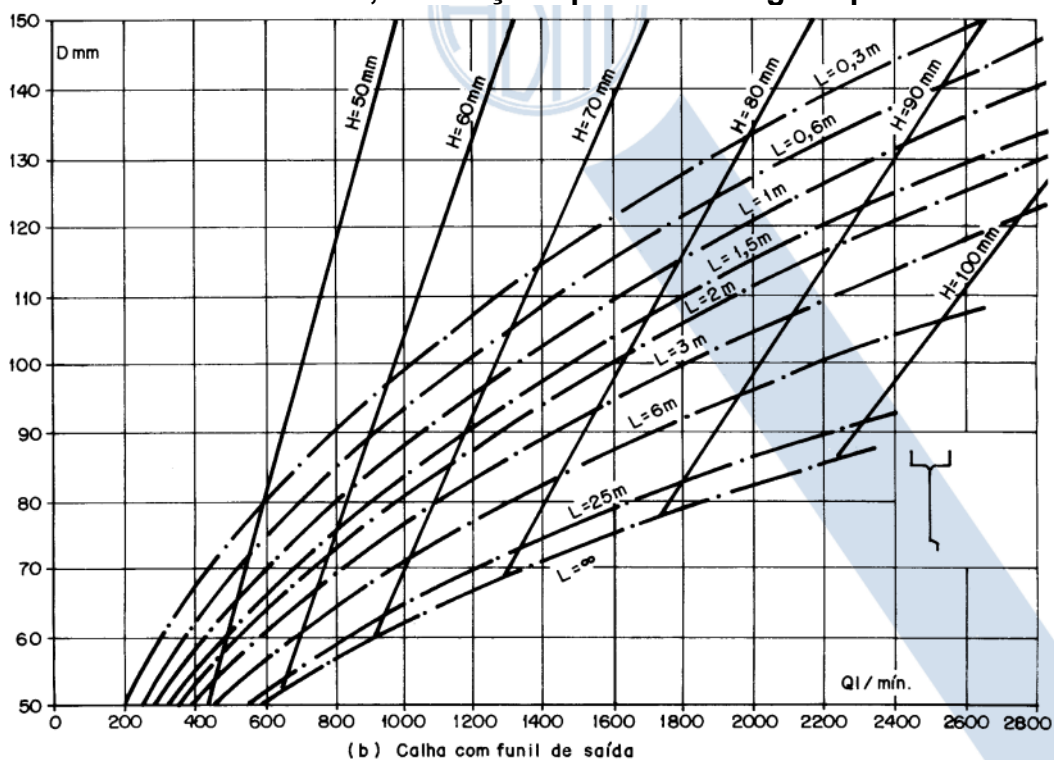
Fonte: Banco de Dados Meteorológicos do INMET.

Anexo 2



Ábaco para a determinação de diâmetros de condutores verticais com aresta viva.

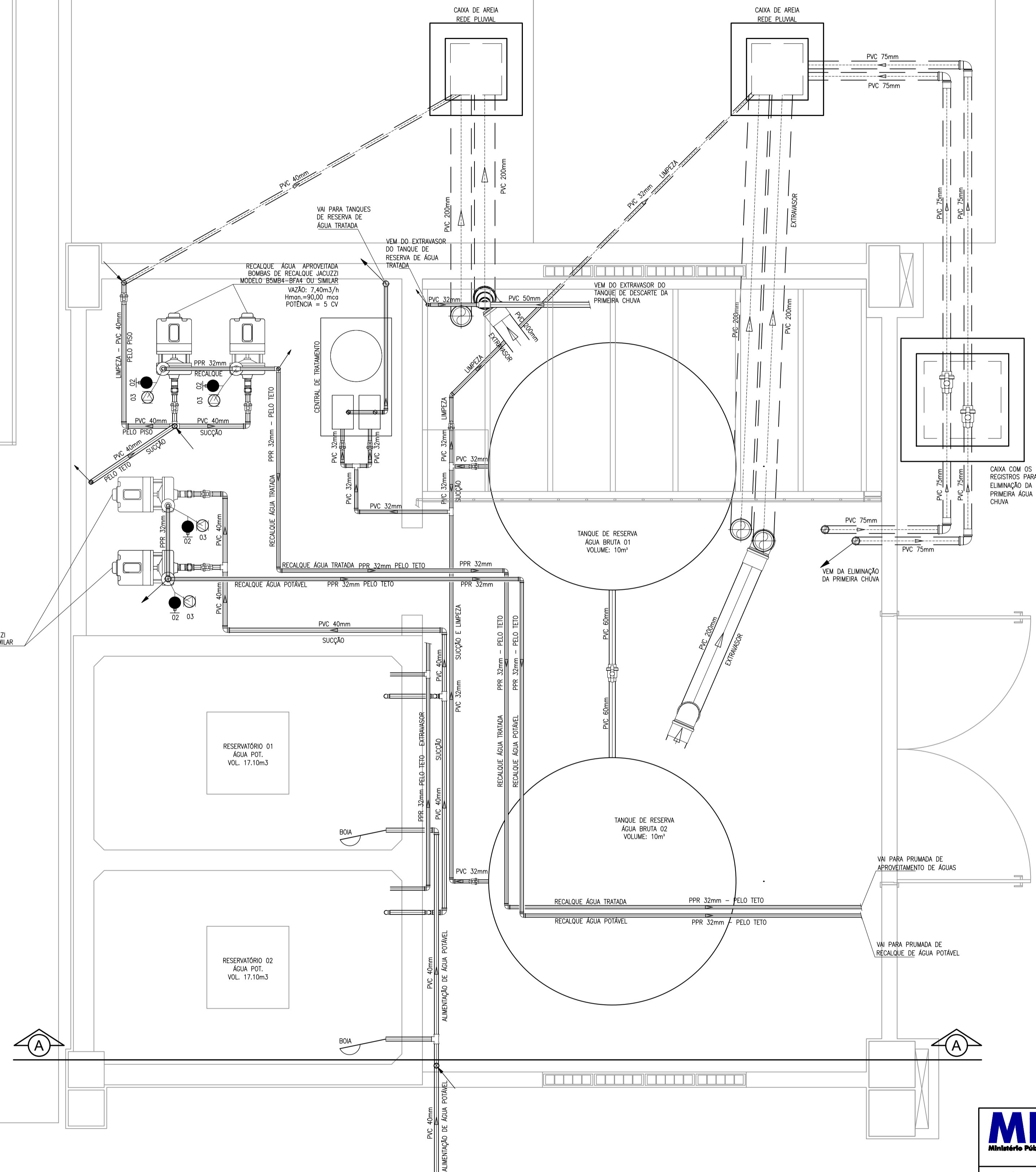
Fonte: NBR-10844, Instalações prediais de águas pluviais.



Ábaco para a determinação de diâmetros de condutores verticais com funil de saída.

Fonte: NBR-10844, Instalações prediais de águas pluviais.

ANEXO 3

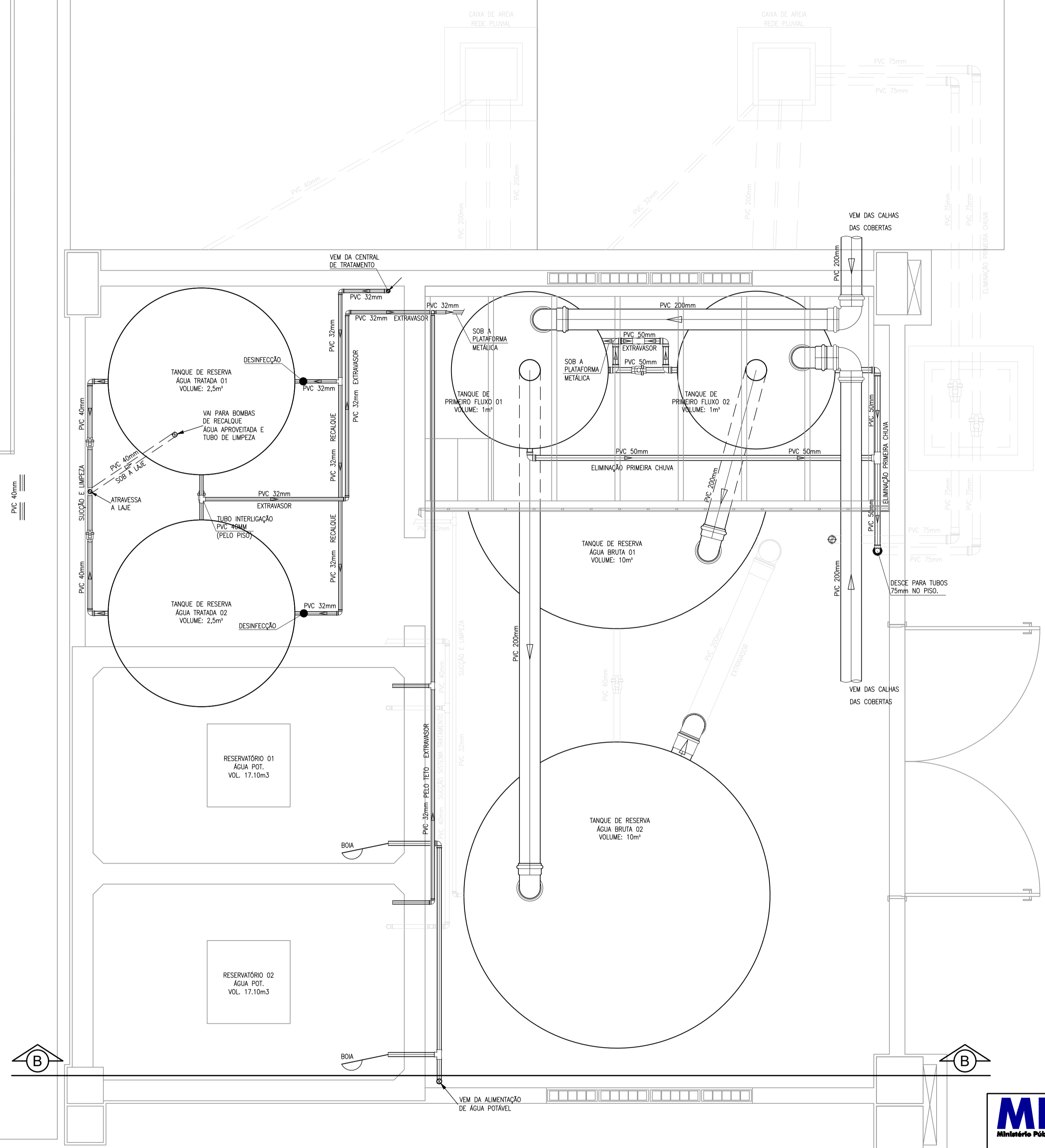


RECALQUE ÁGUA POTÁVEL
BOMBAS DE RECALQUE JACUZZI
MODELO BSMB4-BFA4 OU SIMILAR
VAZÃO: 7,40m³/h
H_{max}: 90,00 mca
POTÊNCIA = 5 CV

PLANTA BAIXA NÍVEL 0,00
INSTALAÇÕES DE ÁGUA

PROPRIETÁRIO MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, DESENVOLVIMENTO E GESTÃO - MPDG			
POSSUIDOR MINISTÉRIO PÚBLICO DA UNIÃO			
AUTOR DO PROJETO FÁBIO MONTEIRO CARVALHO - CREA Nº8986/D-DF			
OBRA, ENDEREÇO SEDE DA PROCURADORIA DA REPÚBLICA/ES AV. MARECHAL MASCARENHAS DE MORAES, 1401 ILHA DE SANTA MARIA, VITÓRIA/ES		DISCIPLINA ÁGUAS PLUVIAIS	
PROJETO FÁBIO		ETAPA EXECUTIVO	
DESENHO FÁBIO		PRANCHAS APL 01/03	
ESCALA INDICADA		TÍTULO ADEQUAÇÃO DE INSTALAÇÕES DE ÁGUAS PLUVIAIS (APROVEITAMENTO) PLANTA BAIXA 0,00	
NOME DO ARQUIVO MPES-PL-EX-02-R9.DWG		1ª EMISSÃO DEZ/2020	
		VERSÃO E DATA R9 JAN/2023	

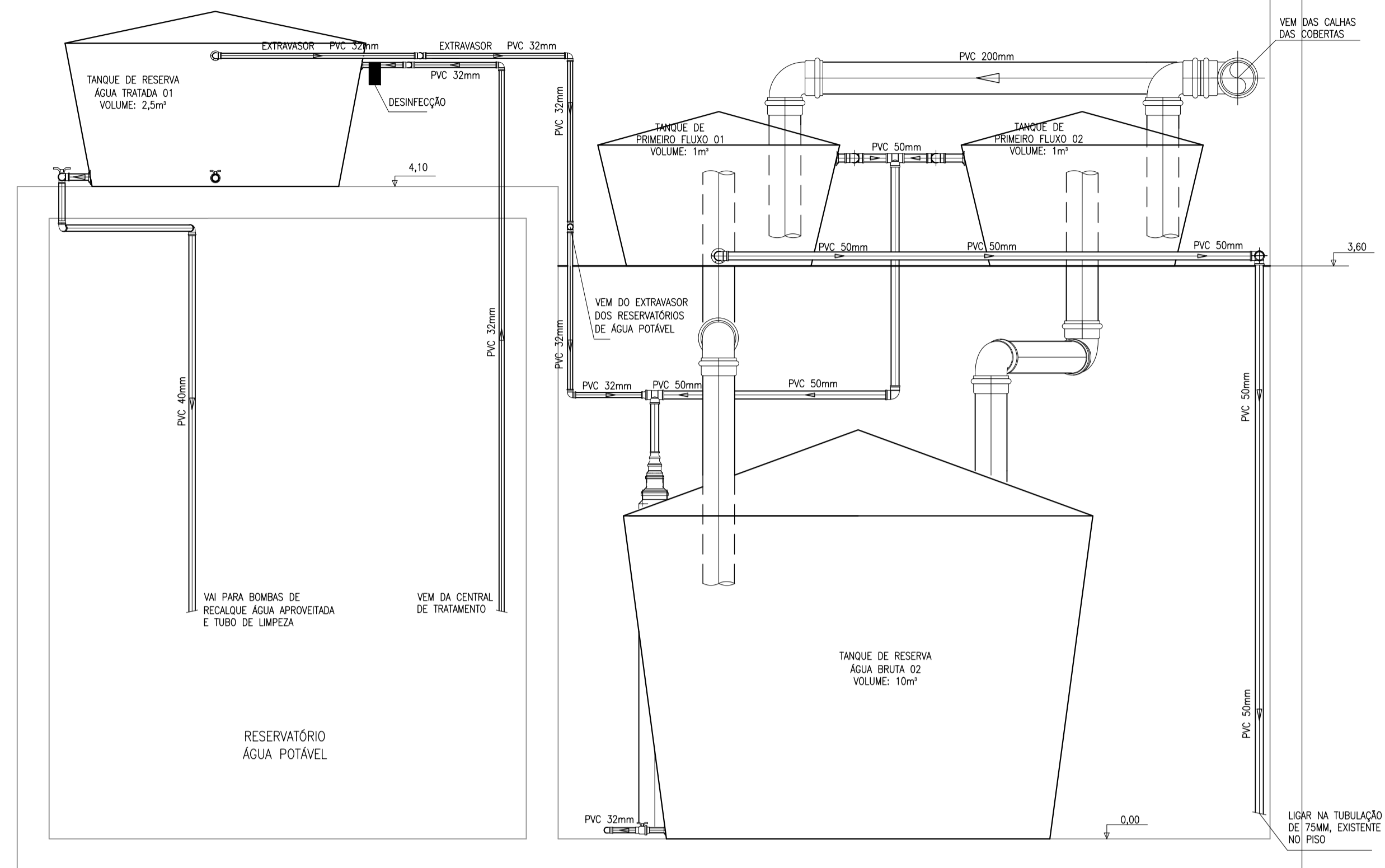
ANEXO 4



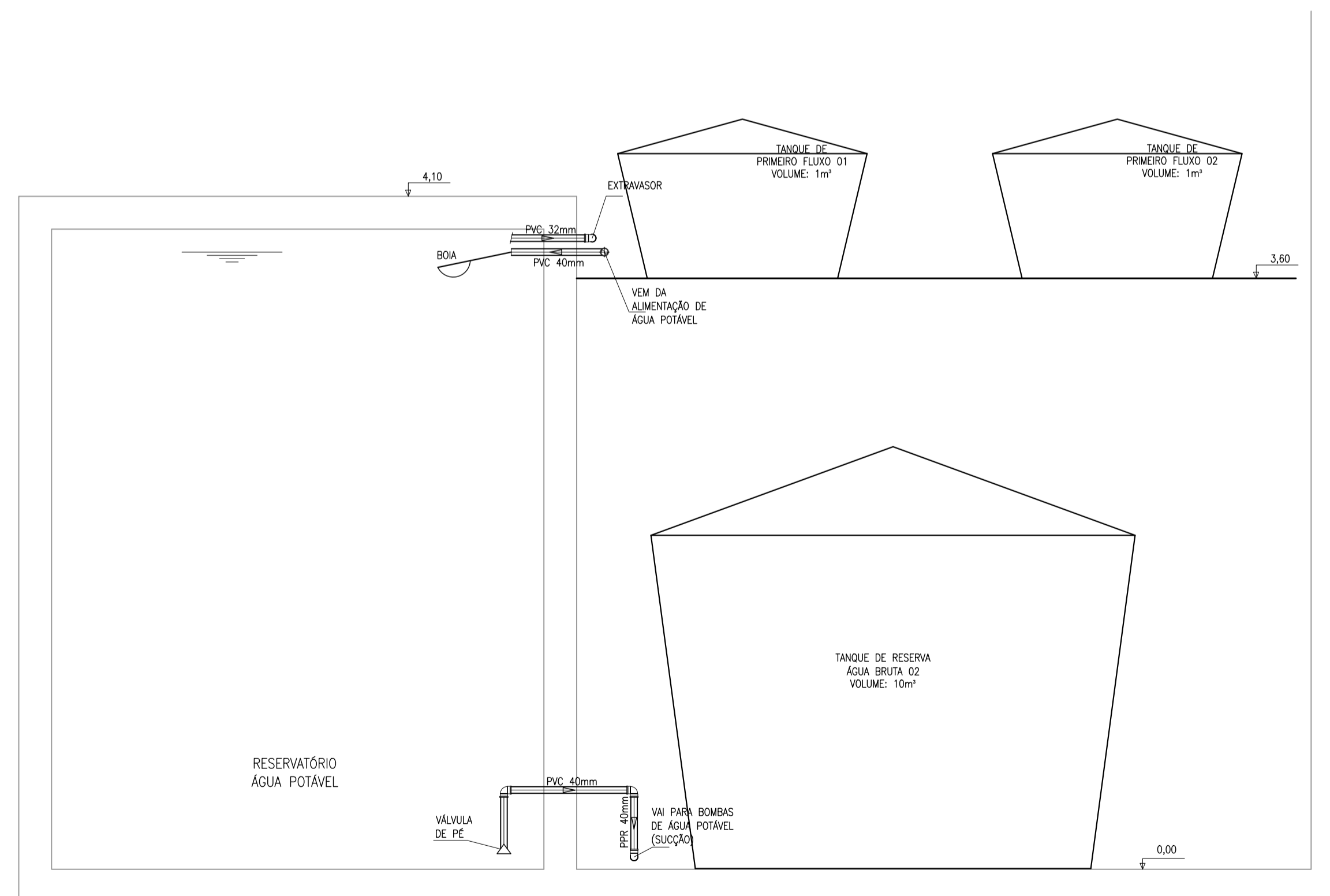
PLANTA BAIXA NÍVEL 4,10
INSTALAÇÕES DE ÁGUA

PROPRIETÁRIO MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, DESENVOLVIMENTO E GESTÃO - MPDG			
POSSUIDOR MINISTÉRIO PÚBLICO DA UNIÃO			
AUTOR DO PROJETO FÁBIO MONTEIRO CARVALHO - CREA Nº8986/D-DF			
OBRA ENERGIÇO SEDE DA PROCURADORIA DA REPÚBLICA/ES AV. MARECHAL MASCARENHAS DE MORAES, 1401 ILHA DE SANTA MARIA, VITÓRIA/ES		DISCIPLINA ÁGUAS PLUVIAIS	
PROJETO FÁBIO		ETAPA EXECUTIVO	
DESENHO FÁBIO		APL 02/03	
ESCALA INDICADA		1ª EMISSÃO DEZ/2020	
NOME DO ARQUIVO MPES-PL-EX-02-R9.DWG		VERSÃO E DATA R9 JAN/2023	

ANEXO 5



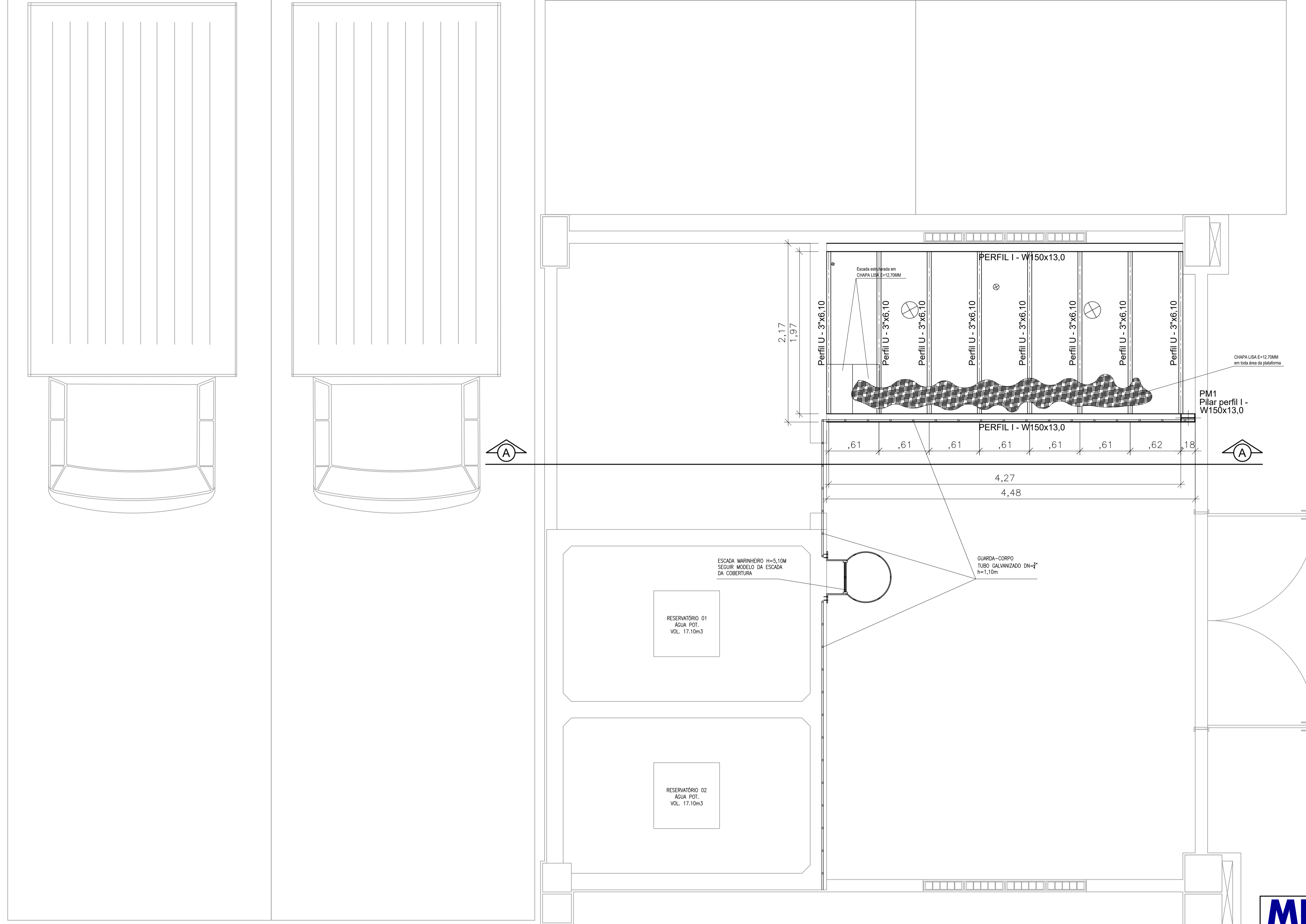
CORTE A-A
LIGAÇÕES ENTRE RESERVATÓRIOS
DE APROVEITAMENTO



CORTE B-B
LIGAÇÕES NOS RESERVATÓRIOS DE
ÁGUA POTÁVEL

 	
PROPRIETÁRIO MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, DESENVOLVIMENTO E GESTÃO - MPDG	
POSSUIDOR MINISTÉRIO PÚBLICO DA UNIÃO	
AUTOR DO PROJETO FÁBIO MONTEIRO CARVALHO - CREA Nº8986/D-DF	
OBRA, ENDEREÇO SEDE DA PROCURADORIA DA REPÚBLICA/ES AV. MARECHAL MASCARENHAS DE MORAES, 1401 ILHA DE SANTA MARIA, VITÓRIA/ES	DISCIPLINA ÁGUAS PLUVIAIS ETAPA EXECUTIVO
PROJETO DESENHO ESCALA	TÍTULO ADEQUAÇÃO DE INSTALAÇÕES DE ÁGUAS PLUVIAIS (APROVEITAMENTO) CORTES NOME DO ARQUIVO MPES-PL-EX-02-R9.DWG
PRANCHA APL 03/03	1ª EMISSÃO DEZ/2020 VERSÃO E DATA R9 JAN/2023

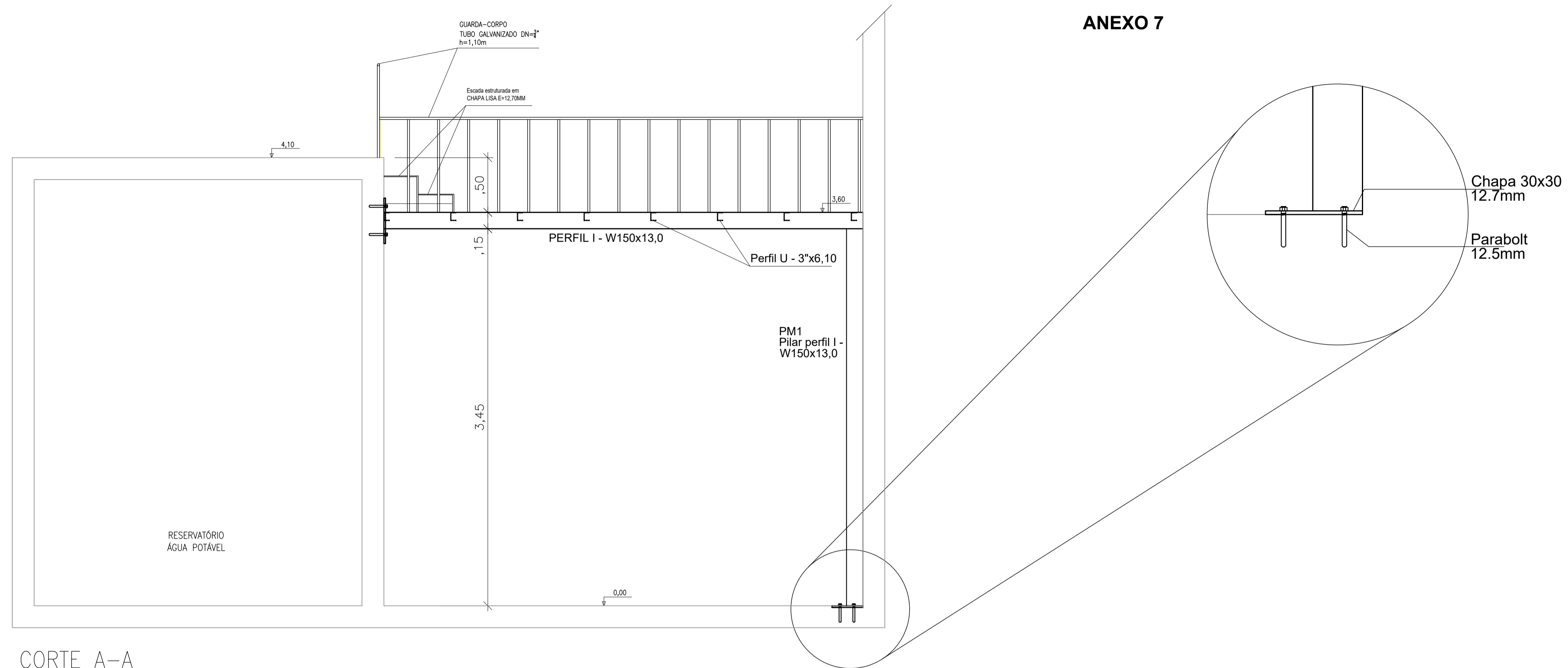
ANEXO 6



PLANTA BAIXA NÍVEL 3,60
ESTRUTURA METÁLICA

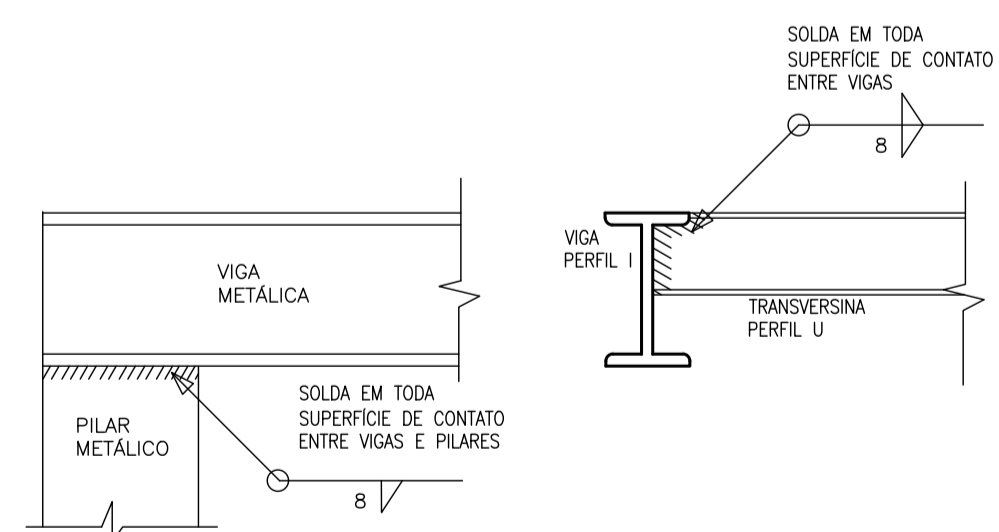
<small>SAF Sul Quadra 04 Conjunto C Bloco F Sala 101 - BRASÍLIA / DF CEP:70.260-900 FONE: (61) 3105-5802</small>			
PROPRIETÁRIO MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, DESENVOLVIMENTO E GESTÃO - MPDG			
POSSEUIDOR MINISTÉRIO PÚBLICO DA UNIÃO			
AUTOR DO PROJETO FÁBIO MONTEIRO CARVALHO - CREA Nº8986/D-DF			
OBRA ENDEREÇO SEDE DA PROCURADORIA DA REPÚBLICA/ES AV. MARECHAL MASCARENHAS DE MORAES, 1401 ILHA DE SANTA MARIA, VITÓRIA/ES		DISCIPLINA ÁGUAS PLUVIAIS	
PROJETO FÁBIO		ETAPA EXECUTIVO	
DESENHO FÁBIO		FRANCHA MET 01/02	
ESCALA INDICADA		1ª EMISSÃO DEZ/2020	
NOME DO ARQUIVO MPES-PL-EX-02-R9.DWG		VERSÃO E DATA R9 JAN/2023	

ANEXO 7

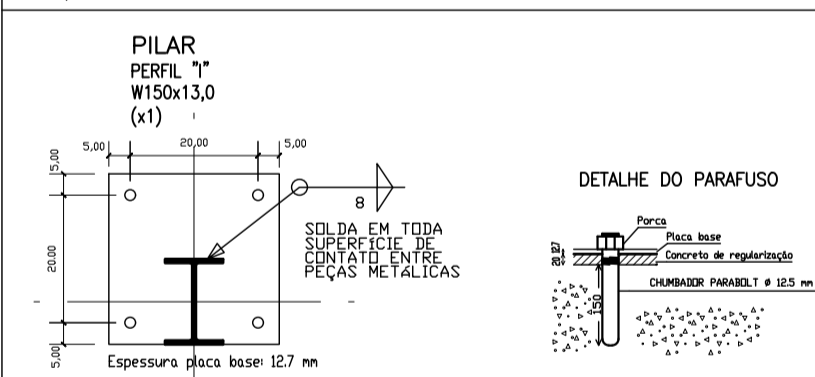


CORTE A-A
ESTRUTURA METÁLICA

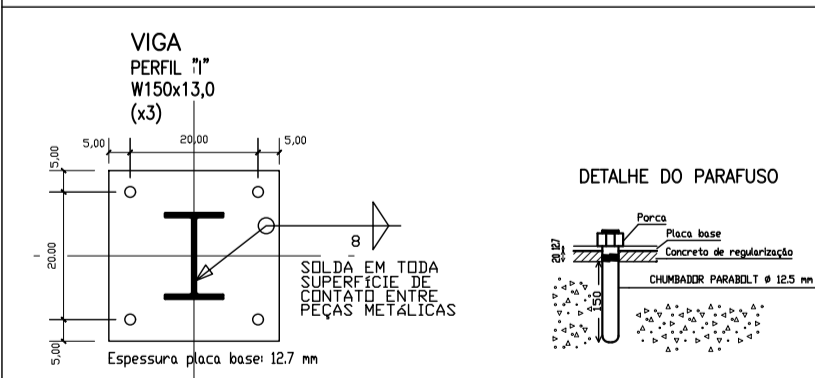
DETALHE TÍP. DAS LIGAÇÕES
S/ ESC.



BASE DO PILAR
S/ ESC.



FIXAÇÃO DAS VIGAS NAS PAREDES OU PILAR DE CONCRETO
S/ ESC.



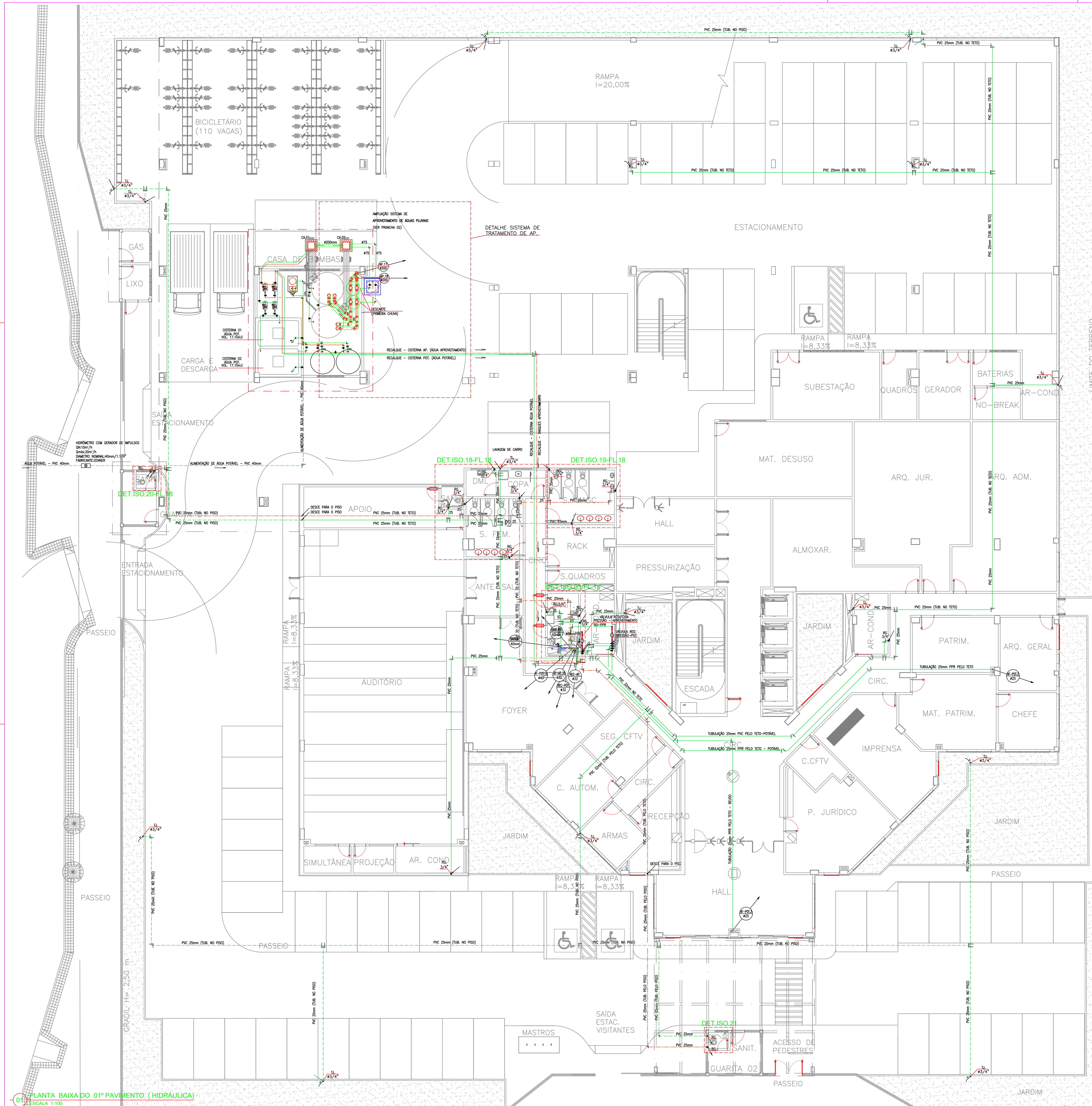
NOTAS GERAIS :

- 1- CONFIRMAR TODAS AS MEDIDAS NO LOCAL;
- 2- TRATAMENTO SUPERFICIAL DAS PEÇAS METÁLICAS E PINTURA ANTI CORROSIVA;
- 3- SOBRECARGA ACIDENTAL: 150Kg/m²;
- 4- PERFIS LAMINADOS EM AÇO ESTRUTURAL ASTM-A 572 GRAU 50;
- 5- SOLDA CONFORME AWS - ELETRODOS E -7018 (SOLDAR 100% DA SUPERFÍCIE DE CONTATO ENTRE AS PEÇAS COM FILETE MÍNIMO DE 8mm)
- 6- UTILIZAR PARABOLT COM PARAFUSO ASTM-A 325 TIPO 1 DE 12,5mm COM 15 cm DE COMPRIMENTO MÍNIMO
- 7- INSTALAR CHAPA METÁLICA EM TODA ÁREA DO PISO DA PLATAFORMA
- 8- OBSERVAR FURAÇÕES NA MALHA PARA PASSAGEM DOS TUBOS DE ÁGUA
- 9- OS COMPONENTES DESTA PROJETO PODERÃO SER SUBSTITUÍDOS POR OUTROS SIMILARES, DESDE QUE APROVADOS PELA FISCALIZAÇÃO

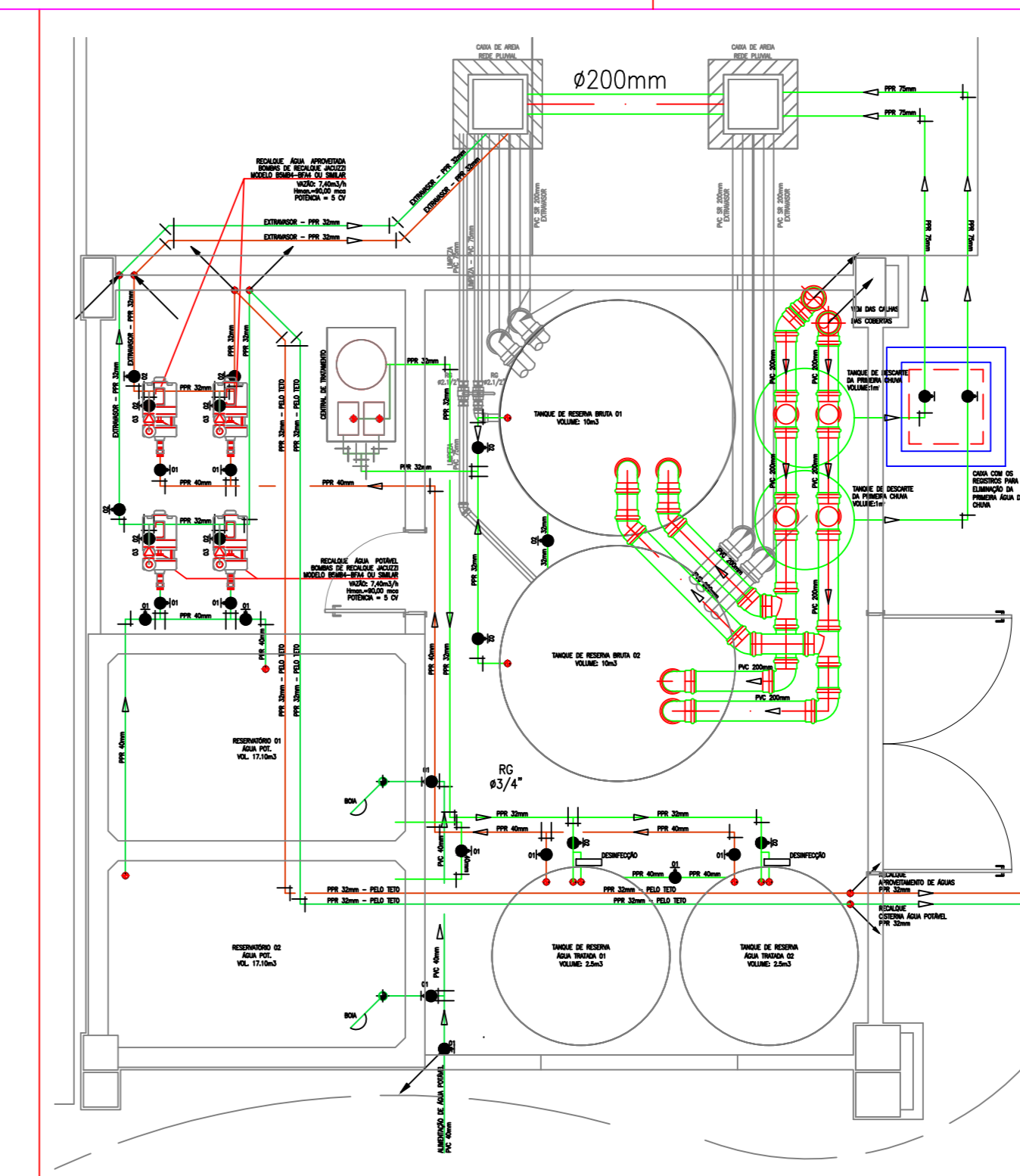
QUADRO - RESUMO DE AÇO

PEÇA	ESPECIFICAÇÃO	PESO UNIT. (kg/m)	QUANTIDADE (m)	PESO (kg)
PERFIL I	W150x13,0	13,00	12,56	163,28
PERFIL U - 3"x6,10	3"x6,10	6,10	15,76	96,14
BASES E PISO	CHAPA e= 12,7 mm	94,6 Kg/m ²	10,77 m ²	1018,99
PARABOLT	Ø 12,5 mm		16,00 Un	
GUARDA-CORPO	TUBO AÇO GALVANIZADO 3/4"		61,00	
ESCADA MARINHEIRO	PADRÃO DO PROJETO		1 Un	
PESO TOTAL (kg)				1278,41

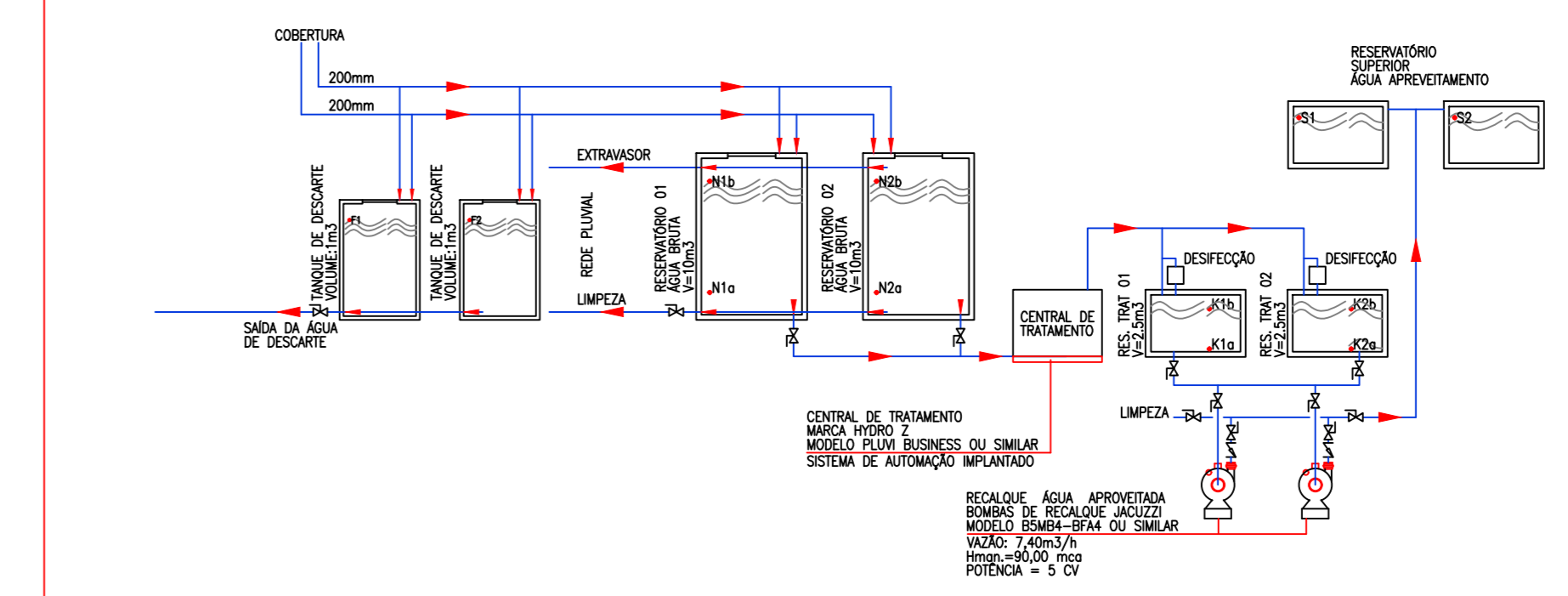
PROPRIETÁRIO MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, DESENVOLVIMENTO E GESTÃO - MPDG			
POSSUIDOR MINISTÉRIO PÚBLICO DA UNIÃO			
AUTOR DO PROJETO FÁBIO MONTEIRO CARVALHO - CREA Nº8986/D-DF			
OBRA ENDEREÇO SEDE DA PROCURADORIA DA REPÚBLICA/ES AV. MARECHAL MASCARENHAS DE MORAES, 1401 ILHA DE SANTA MARIA, VITÓRIA/ES		DISCIPLINA ÁGUAS PLUVIAIS	
PROJETO FÁBIO		ETAPA EXECUTIVO	
DESENHO FÁBIO		TÍTULO ADEQUAÇÃO DE INSTALAÇÕES DE ÁGUAS PLUVIAIS (Aproveitamento) ESTRUTURA METÁLICA - CORTE E DETALHES	
ESCALA INDICADA		NOME DO ARQUIVO MPES-PL-EX-02-R9.DWG	
		1ª EMISSÃO DEZ/2020	
		VERSÃO E DATA R9 JAN/2023	



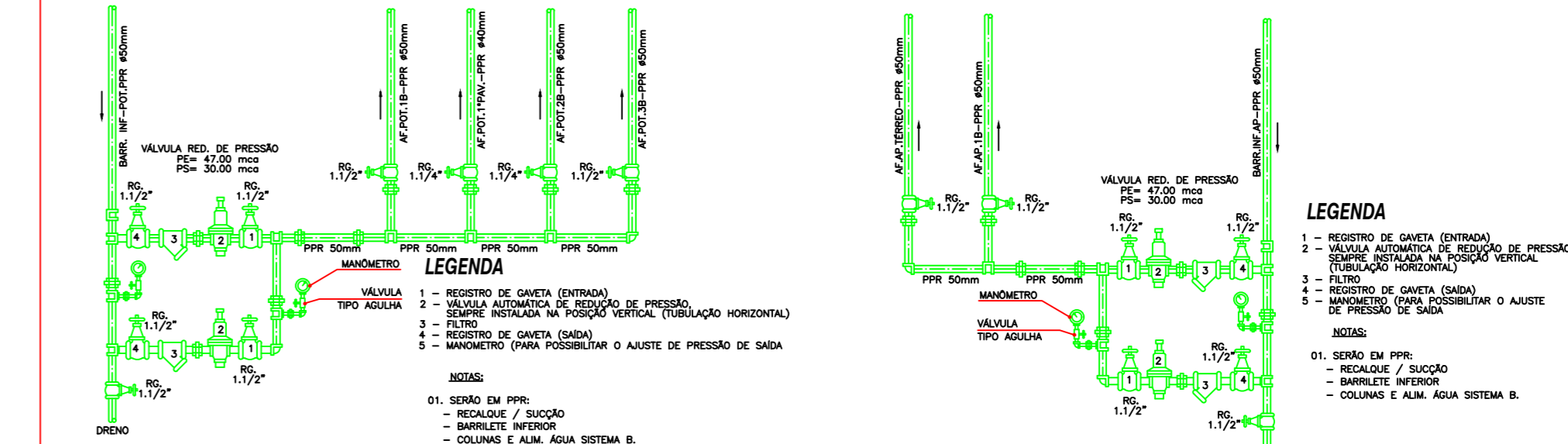
01 PLANTA BAIXA DO 01º PAVIMENTO (HIDRÁULICA)
ESCALA 1:100



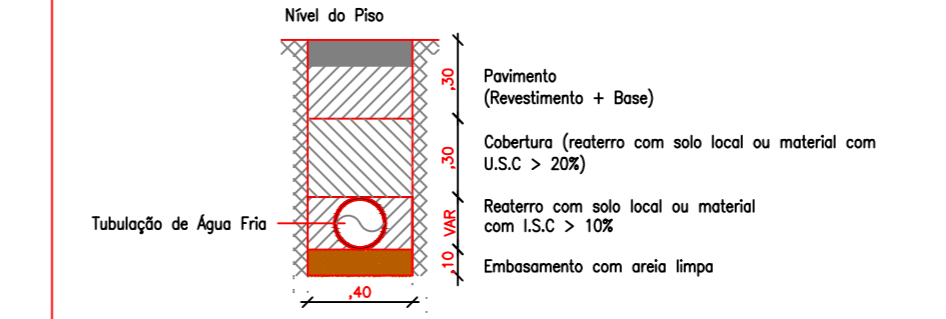
02 PLANTA BAIXA SISTEMA DE TRATAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL
ESCALA 1:50



03 FLUXOGRAMA DO TRATAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL
SEM ESCALA



04 DETALHE DA VÁLVULA REDUTORA - SISTEMA DE ÁGUA POTÁVEL / (SISTEMA B-APROVEITAMENTO)
SEM ESCALA



05 DETALHE DA TUBULAÇÃO DE HIDRÁULICA PELO PISO NAS ÁREAS EXTERNAS
SEM ESCALA

LEGENDA HIDRÁULICA

- TUB. ÁGUA FRIA - PVC SOLIDAL, PONTA E BOLSA PARA ÁGUA POTÁVEL, EMBITADO NA ALCELA DO CANTO DO FORNO, FALTA TUBO DE SINAL.
- TUB. ÁGUA PARA RESERVA PVC SOLIDAL, NAS INTERSEÇÕES, DE PISO NA SUB PRESSURIZADA, E BOLSA PARA ÁGUA RESERVA EMBITADO NA ALCELA DO CANTO DO FORNO, FALTA TUBO DE SINAL.
- RESERVA DE GAVETA INSTALADA NA PAREDE.
- CONDICIONADO JOLADO 90° EM PVC ANODADO.
- CONDICIONADO JOLADO 45° EM PVC ANODADO.
- CONDICIONADO 1E 90° EM PVC ANODADO.
- RESERVA EM PVC ANODADO.
- INDICAÇÃO DE SUBIDA E DESCIDA DE TUBULAÇÃO NA ALCELA.

ABREVIATURAS

ABREVIATURAS	ALTURA DO PONTO
CA - CO. DECORATIVA ACOPLADA	h=0,50m
NO - BOLA DE DECOR. NA	h=0,50m
DI - DUCTO	h=0,50m
AF - COLUNA DE ÁGUA FRIA	h=2,10m
MP - RESERVA DE PRESSÃO	h=1,10m
B - BATERIA	h=0,50m
RG - RESERVA DE GAVETA	h=0,50m
PA - PA DE COZINHA	h=0,50m
TO - TORNEIRA DE UTILIZAÇÃO	h=0,50m
MLR - MÓDULO DE LAVAR LOUÇAS	h=0,50m
TJ - TORNEIRA DE JARDIM	h=0,50m
IN - INCHOS	h=0,50m

QUADRO DE EQUIVALÊNCIAS

mm	pol"	mm	pol"
20	1/2"	40	1 1/2"
25	3/4"	50	1 3/4"
32	1"	60	2"

PROJETO LEGAL DE ARQUITETURA
Nº PROCESSO APROVADO: 6574819/2011 DATA: 29/11/2011.

APROVAÇÃO ÚNICA

MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E GESTÃO / MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL DO ESPRITO SANTO

PROJETO: PROJETO DA SEDE DA PROCURADORIA DA REPÚBLICA

CLIENTE: MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E GESTÃO E MINISTÉRIO PÚBLICO DA UNIÃO

PROJETO: PROJETO DA SEDE DA PROCURADORIA DA REPÚBLICA

ASSINATURA: ALESSANDRE M. A. PEREIRA / JCA ENG. E ARG. 26.176-D/BA

DATA: 22/11/2010

REVISÃO: 08

PROJ. EXECUTIVO

CONTRATO: 02/2008 PR-ES

ÁREA CONSTRUTIVA: 15.307,83 M²

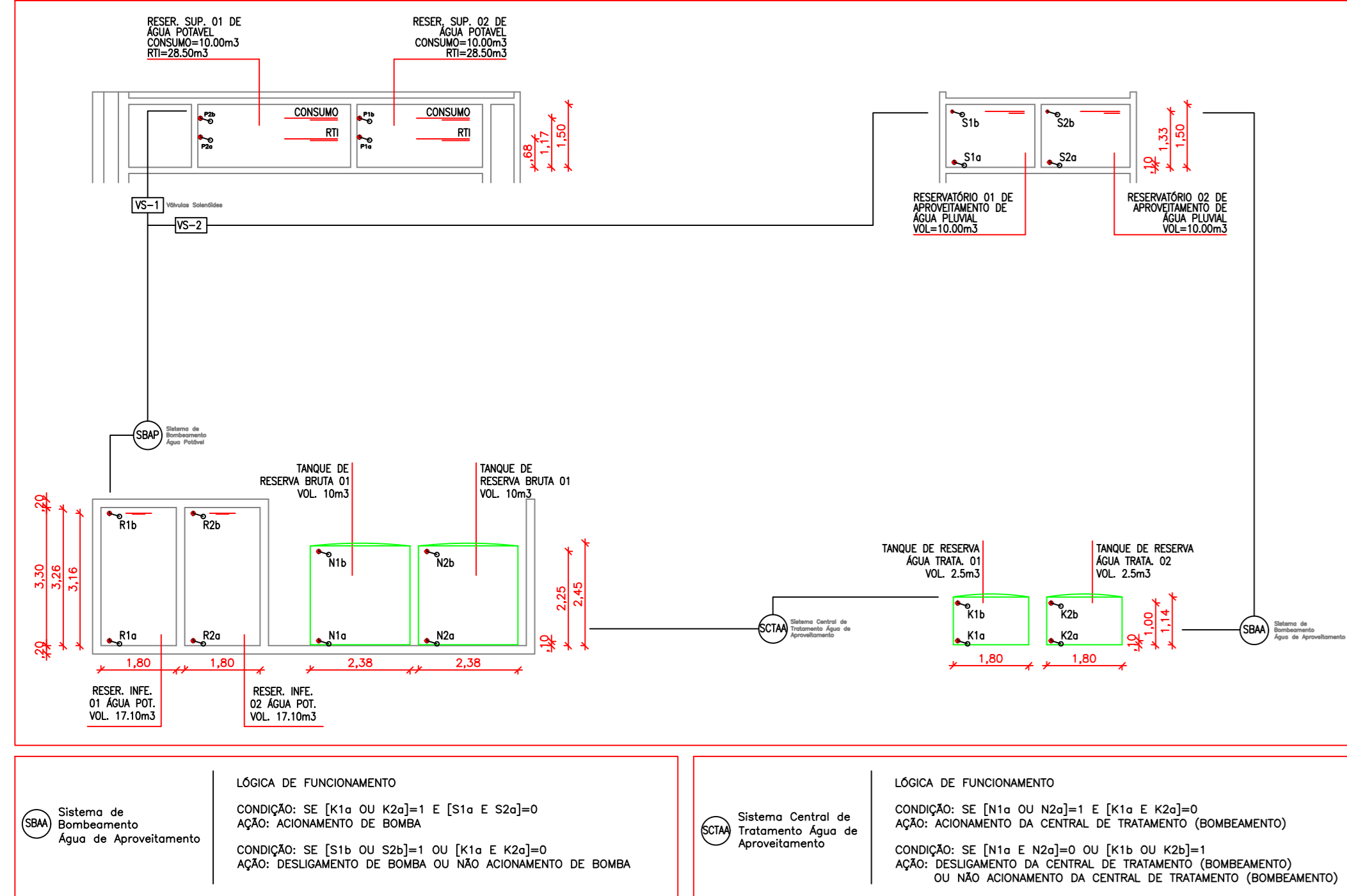
ESPECIALIZAÇÃO: HIDRO-SANITÁRIO

01/40

Salvador, 22/11/2010

Fortaleza, 22/11/2010

Natal, 22/11/2010



01 ESQUEMA DOS COMANDOS PARA AUTOMAÇÃO DOS RESERVATÓRIOS E O APROVEITAMENTO DE ÁGUA
ESCALA: 1/100

LOGICA DE FUNCIONAMENTO
Sistema de Bombeamento
Ação de Aproveitamento

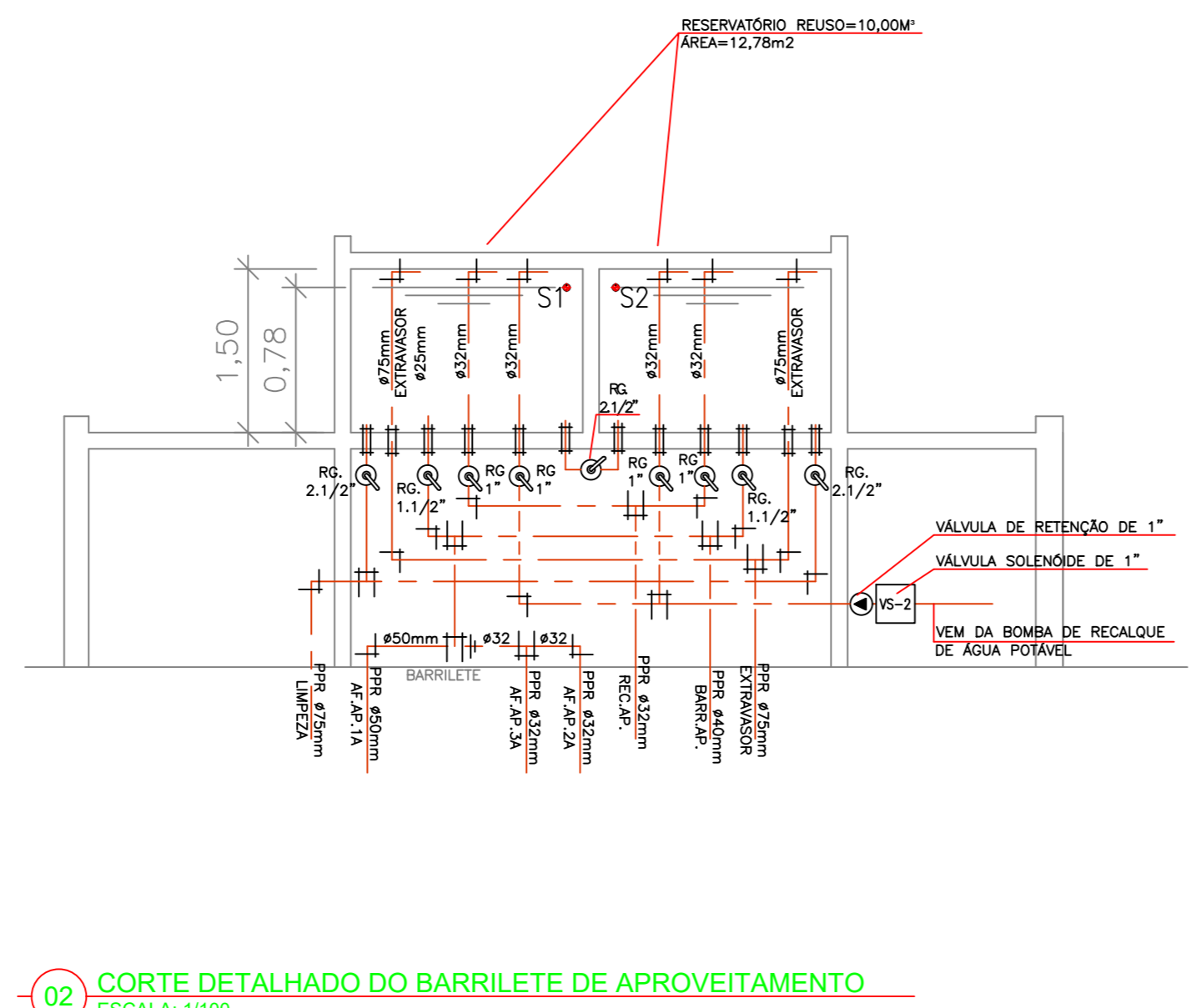
LOGICA DE FUNCIONAMENTO
Sistema de Bombeamento
Ação de Bombeamento

LOGICA DE FUNCIONAMENTO
Sistema de Bombeamento
Ação de Bombeamento

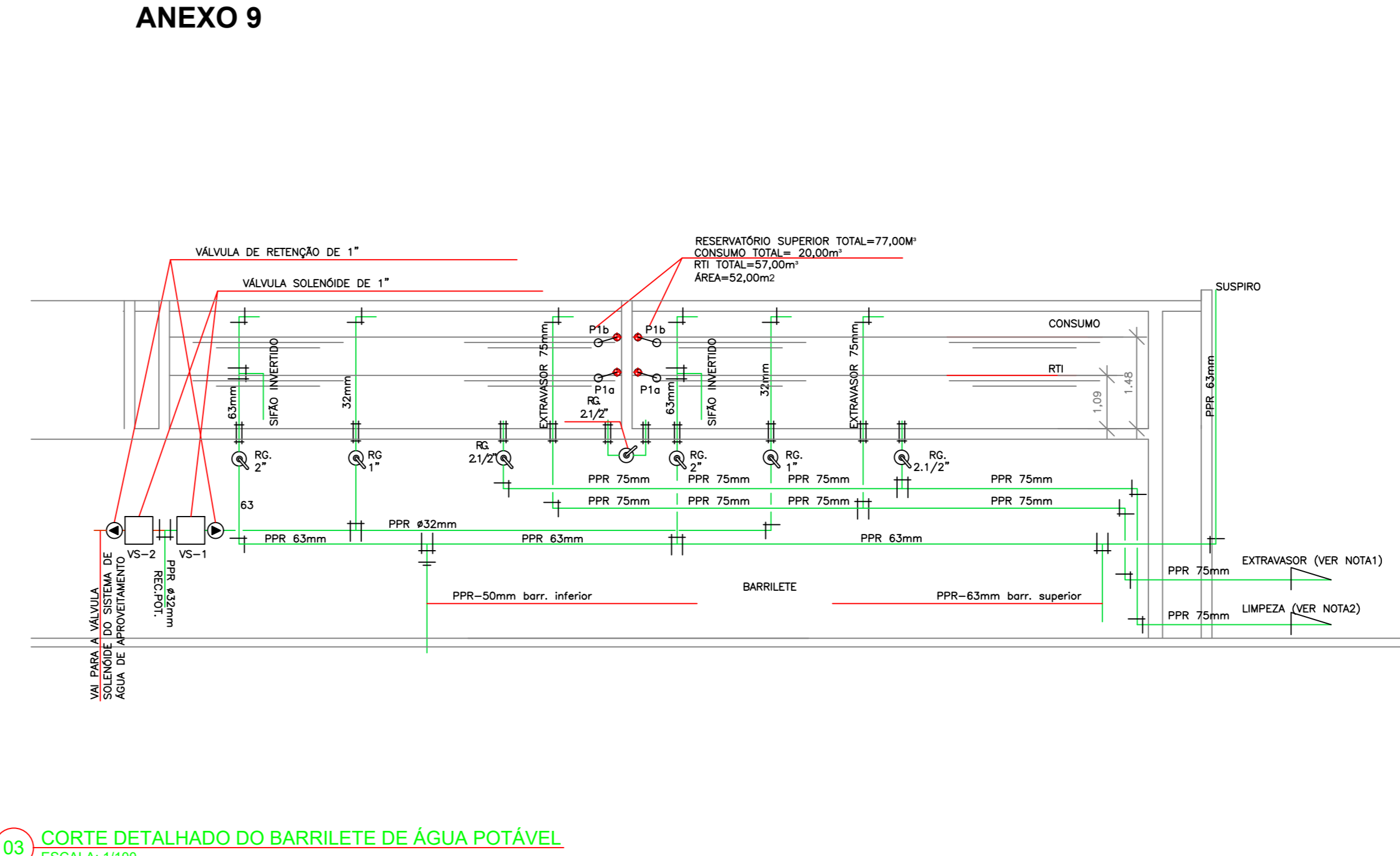
A AUTOMAÇÃO DEVERÁ PREVER A ALTERNANÇÀ DAS BOMBAS EM CADA UM DOS ACOMODAMENTOS PREVISTOS NOS QUADROS AO LADO, PARA TODOS OS SISTEMAS E A ENTRADA AUTOMÁTICA DA OUTRA BOMBA EM CASO DE FAZLA DA PRIMEIRA.

DEVERÁ SER PREVISTO ANKA A OPERAÇÃO DAS BOMBAS NO MODO AUTOMÁTICO E NO MODO MANUAL. O RESERVATÓRIO SUPERIOR DE ÁGUA DE APROVEITAMENTO É ALIMENTADO POR UM SISTEMA DE BOMBAMENTO EXCLUSIVO QUE VEM DO RESERVATÓRIO INFERIOR DE ÁGUA TRAVES DA CAPAÇA FLUXUAL, ANOS TER INSTALADO POR UM SISTEMA DE TRATAMENTO PRÓPRIO, ACOMODADO POR BOAS MANÉTICAS CONFOMRE AS LOGICAS DE FUNCIONAMENTO DESEJADA.

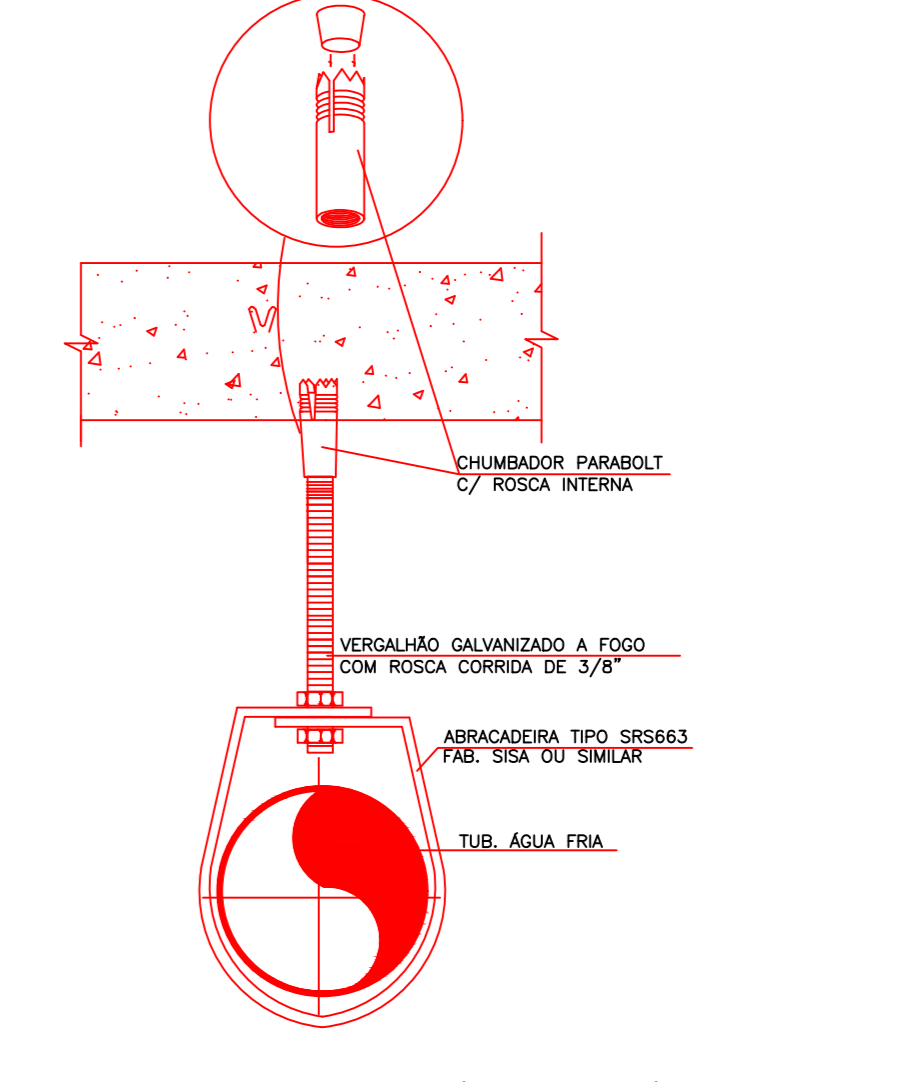
ALTERNATIVAMENTE HÁVERÁ UMA TUBULAÇÃO ENTRE RAMPAZADA, MODO DO RECALQUE DE ÁGUA POTÁVEL, QUE LIBERA O FLUXO ATRAVES DE VALVULA SOLÓIDE PARA OS PERÍODOS DE ESTERMA.



02 CORTE DETALHADO DO BARRILETE DE APROVEITAMENTO
ESCALA: 1/100



03 CORTE DETALHADO DO BARRILETE DE ÁGUA POTÁVEL
ESCALA: 1/100

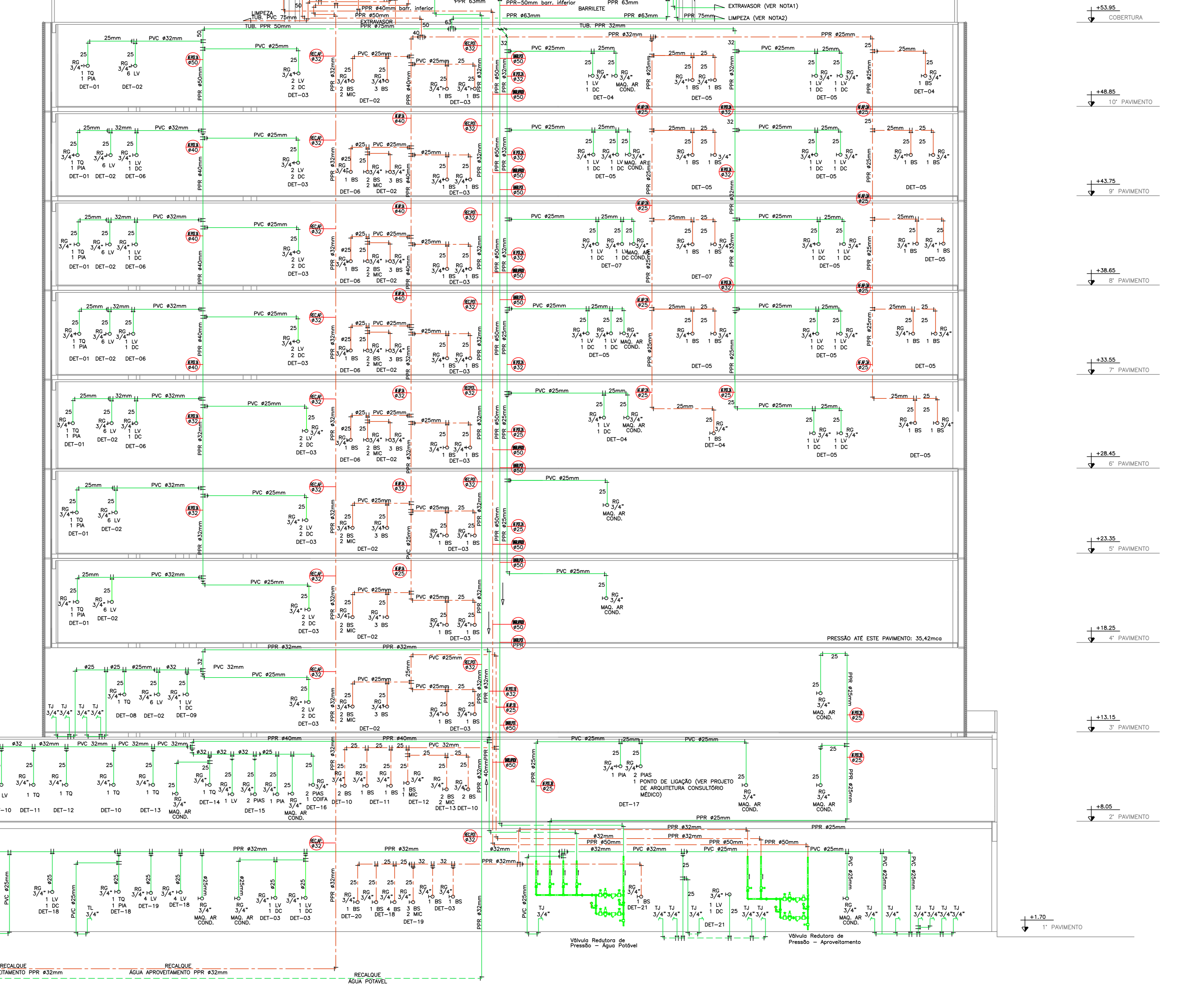


05 DETALHE DA FIXAÇÃO HORIZONTAL DA TUBULAÇÃO DE ÁGUA FRIA ENTRE ALAJE E O FORRO, SEM ESCALA

06 DETALHE DA TUBULAÇÃO DE HIDRÁULICA PELO PISO NAS ÁREAS EXTERNAS, SEM ESCALA

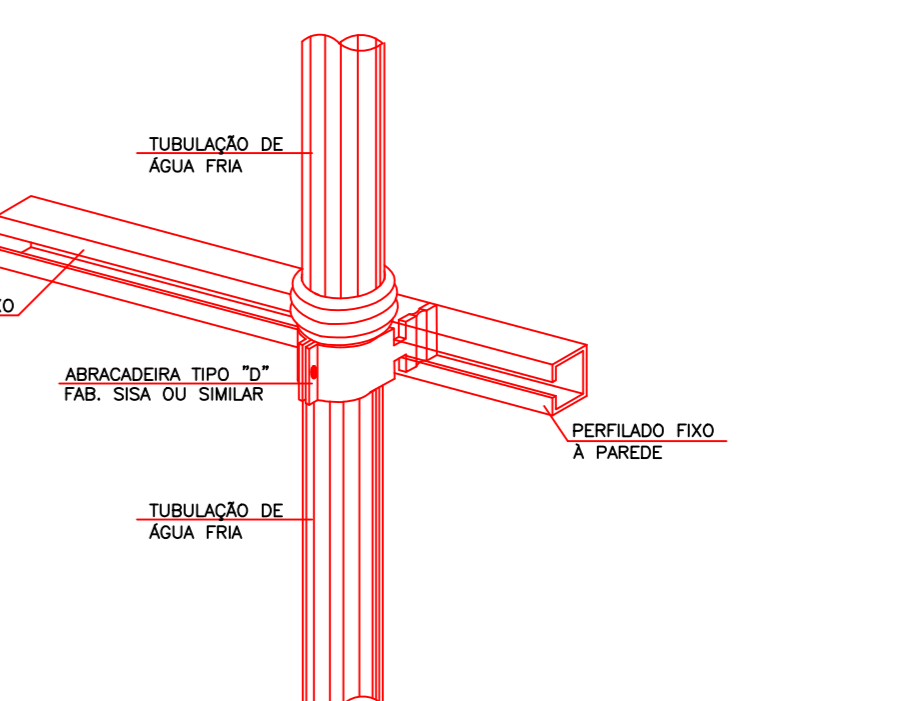
07 DETALHE DA FIXAÇÃO VERTICAL DA TUBULAÇÃO DE ÁGUA FRIA NO SHAFT, SEM ESCALA

01 ESQUEMA DOS COMANDOS PARA AUTOMAÇÃO DOS RESERVATÓRIOS E O APROVEITAMENTO DE ÁGUA
ESCALA: 1/100



04 ESQUEMA VERTICAL HIDRÁULICO
ESCALA: 1/100

Revestimentos cerâmicos vitrificados e quanta (e=10mm) em placa de concreto fis-30mpa (e=100cm)
Injeção cerâmica caído tipo Cla-30, taxa de 1 (1/m²)
Base: base granada (e=50cm) ou concreto magro (e=10cm)
Solo e tubulação com tacões a/ou placas de proteção, conforme especificação.



07 DETALHE DA FIXAÇÃO VERTICAL DA TUBULAÇÃO DE ÁGUA FRIA NO SHAFT, SEM ESCALA

Empres construtoras: JCA Engenharia e Arquitetura
Profissionais autor do Projeto: Alexandre M. A. Pereira
Proprietário: Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão / Ministério Público Federal do Espírito Santo. Colegiado de Menor Malcoções de Menores N.º 1403, Ilha de Santa Maria, Vitória-ES.
Nota: O extrator deve ser longo (4m) sobre o terreno em local visível com tela de malha 0,5mm no entesidade e uma altura mider ao nível de Solo.
Nota: O tubo de ligação deve ser longo e uma altura mider ao nível de Solo e cobrir o tubo de ligação.
Preocupações e cuidados em Instalações Hidráulicas
Nos casos onde há necessidade de atravessar paredes ou pilares estruturais, deve ser utilizado forma de garantir o movimento das tubulações, em relação às próprias paredes ou pilares, pelo uso de rolletes ou outros meios igualmente eficazes.

PROJETO LEGAL DE ARQUITETURA
N.º PROCESSO APROVADO: 6574819/2011 DATA: 29/11/2011.

REVISÃO	DATA	RESPONSÁVEL	MODIFICAÇÕES	INDICAÇÃO
06	ABR/2011	ALEXANDRE	MODIFICAÇÕES NO SISTEMA HIDRÁULICO	
07	JAN/2012	ALEXANDRE	MODIFICAÇÕES NO SISTEMA HIDRÁULICO	
08	JUN/2013	ALEXANDRE	ADQUIRIU SOLICITAÇÃO DA PREFEITURA	

CONTRATO N.º: 02/2008 PR-ES
ÁREA CONSTRUIDA: 15.307,83 M²
ESQUEMA DE AUTOMAÇÃO: HIDRO-SANITÁRIO

VALORES INDICADOS: 19/40

Anexo 10

7.1.1.1 Cálculo da cobertura 1A/1B

Coberta 1A:

$$A_{1A} = \left(a + \frac{h}{2}\right) \times b$$

$$A_{1A} = \frac{(4,53 + 0,42) \times 13,11}{2}$$

$$A_{1A} = 32,44\text{m}^2$$

Coberta 1B:

$$A_{1B} = \left(a + \frac{h}{2}\right) \times b$$

$$A_{1B} = \frac{(5,00 + 0,5) \times 14,88}{2}$$

$$A_{1B} = 40,92\text{m}^2$$

Coberta Total:

$$A_T = A_{1A} + A_{1B}$$

$$A_T = 32,44 + 40,92$$

$$A_T = 73,36\text{m}^2$$

7.1.1.2 Vazão

A vazão do projeto deve ser calculada pela fórmula:

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

Onde:

Q = vazão de projeto, em L/min

I = intensidade pluviométrica, em mm/h

A = área de contribuição, em m²

Temos assim:

$$Q = \frac{156 \times 73,36}{60}$$

$$Q = 190,73\text{L/min}$$

7.1.1.3 Calha

O dimensionamento das calhas foi realizado pela fórmula de Manning-Strickler já indicada na equação 1 do presente trabalho no item 1.2.5.

$$R_h = \frac{A}{P} = \frac{0,108}{1,07} = 0,1009$$

$$Q = 60.000 \left(\frac{0,8 \times 0,135}{0,012} \right) 0,1009^{2/3} \sqrt{0,005}$$

$$Q = 8.275,72/\text{min}$$

Com o valor da vazão de projeto podemos dimensionar a calha da Coberta 01 que suporte drenar tal vazão, atendendo todos os coeficientes de cálculo.

Formula:

$$Q = 190,73 \text{ L/min (vazão do projeto)}$$

$$a = 0,80$$

$$b = 0,27$$

$$b/2 = 0,135\text{m}$$

$$Q = 8.275,72 \text{ L/min}$$

$$\text{L/min (vazão do cálculo)}$$

A calha adotada atende a demanda de 190,73 L/min de forma muito satisfatória uma vez que o conduto tem capacidade de coleta de 8.275,72 L/min.

7.1.1.4 Cálculo Da Cobertura 2A/2B

Seguindo os mesmos parâmetros e formulas utilizadas para o trecho anterior, temos:

Coberta 2A:

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

$$A_{2A} = \frac{(3,73 + 0,37) \times 9,49}{2}$$

$$A_{2A} = 19,45\text{m}^2$$

Coberta 2B:

$$A_{2B} = \left(a + \frac{h}{2} \right) \times b$$

$$A_{2B} = \frac{(3,9 + ,39) \times 8,10}{2}$$

$$A_{2B} = 17,37\text{m}^2$$

Coberta Total:

$$\begin{aligned}A_T &= A_{2A} + A_{2B} \\A_T &= 19,45 + 17,37 \\A_T &= 36,82\text{m}^2\end{aligned}$$

7.1.1.5 Vazão

A vazão do projeto deve ser calculada pela fórmula:

$$\begin{aligned}Q &= \frac{I \times A}{60} \\Q &= \frac{156 \times 36,82}{60} \\Q &= 95,73\text{L}/\text{min}\end{aligned}$$

7.1.1.6 Calha

As calhas utilizadas tem possuem as mesmas dimensões, sendo assim, todas possuem a mesma vazão de projeto sendo ela de:

$$\begin{aligned}R_h &= \frac{A}{P} = \frac{0,108}{1,07} = 0,1009 \\Q &= 60.000 \left(\frac{0,8 * ,135}{0,012} \right) 0,1009^{2/3} \sqrt{0,005} \\Q &= 8.275,72\text{L}/\text{min}\end{aligned}$$

Como a demanda para esta área é de 95,73 L/min concluímos que a calha instalada atende ao sistema.

7.1.1.7 Cálculo Da Cobertura 3A/3B/4A/4B

Em campo verificou-se que as regiões são simétricas, com uma diferença de 2 a 5 cm em sua maior extensão, podendo ser considerado como um erro de medição aceitável uma vez que é inferior a 0,5%, de acordo com a NBR ISO 10012 de 04/2014.

Sendo assim:

Coberta 4A:

$$A_{4A} = 32,44\text{m}^2$$

Coberta 4B:

$$A_{4B} = 40,92\text{m}^2$$

Coberta Total:

$$A_T = 73,36\text{m}^2$$

Coberta 3A:

$$A_{3A} = 19,45\text{m}^2$$

Coberta 3B:

$$A_{3B} = 17,37\text{m}^2$$

Coberta Total:

$$A_T = 36,82\text{m}^2$$

7.1.1.8 Vazões

Conforme especificado no item anterior, estas áreas foram tratadas como simétricas àquelas já calculadas, portanto, suas vazões são idênticas, sendo elas:

$$Q_4 = 190,73\text{L}/\text{min}$$

$$Q_3 = 95,73\text{L}/\text{min}$$

7.1.1.9 Calhas

Por serem tratadas como similares, os mesmos cálculos se aplicam a estas áreas que nos levam a conclusão de que as calhas utilizadas atendem a demanda de coleta de precipitação.

7.1.1.10 Cálculo Da Cobertura 5a/ 5b/ 6a/ 6b

Coberta 5A:

$$A_{5A} = \left(a + \frac{h}{2}\right) \times b$$

$$A_{5A} = \frac{(10,95 + 0,55) \times 35,77}{2}$$

$$A_{5A} = 205,68\text{m}^2$$

Coberta 5B:

$$A_{5B} = \left(a + \frac{h}{2}\right) \times b$$

$$A_{5B} = \frac{(9,88 + 0,49) \times 35,77}{2}$$

$$A_{5B} = 185,47\text{m}^2$$

Coberta Total:

$$\begin{aligned} A_T &= A_{5A} + A_{5B} \\ A_T &= 205,68 + 185,47 \\ A_T &= 391,15\text{m}^2 \end{aligned}$$

7.1.1.11 Vazão

$$\begin{aligned} Q &= \frac{156 \times 391,15}{60} \\ Q &= 1.016,99\text{L}/\text{min} \end{aligned}$$

7.1.1.12 Calha

Seguindo os mesmos padrões já descritos anteriormente, temos:

$$\begin{aligned} R_h &= \frac{A}{P} = \frac{0,09}{1,1} = 0,082 \\ Q &= 60.000 \left(\frac{0,90 * 0,10}{0,012} \right) 0,082^{2/3} \sqrt{0,05} \\ Q &= 6.005,83/\text{min} \end{aligned}$$

Com o valor da vazão de projeto podemos dimensionar a calha da Coberta 05 que suporte drenar tal vazão, atendendo todos os coeficientes de cálculo.

$Q = 1.016,99 \text{ L}/\text{min}$ (vazão do projeto)

$a = 0,90\text{m}$

$b = 0,20\text{m}$

$b/2 = 0,10\text{m}$

$Q = 6.005,83\text{L}/\text{min}$ (vazão do cálculo)

A calha instalada atende as demandas de precipitação previstas.

7.1.1.13 CÁLCULO DA COBERTURA 6A/ 6B

Coberta 6A:

$$\begin{aligned} A_{6A} &= \left(a + \frac{h}{2} \right) \times b \\ A_{6A} &= \frac{(9,88 + 0,49) \times 35,77}{2} \\ A_{6A} &= 185,47\text{m}^2 \end{aligned}$$

Coberta 6B:

$$\begin{aligned} A_{6B} &= \left(a + \frac{h}{2} \right) \times b \\ A_{6B} &= \frac{(10,16 + 0,51) \times 35,77}{2} \\ A_{6B} &= 190,83\text{m}^2 \end{aligned}$$

Coberta Total:

$$A_T = A_{6A} + A_{6B}$$

$$A_T = 185,47 + 190,83$$

$$A_T = 376,30\text{m}^2$$

7.1.1.14 Vazão

$$Q = \frac{156 \times 376,3}{60}$$

$$Q = 978,39\text{L}/\text{min}$$

7.1.1.15 Calha

A calha utilizada segue os mesmos parâmetros utilizados para a cobertura 5ª e 5B, sendo assim tendo uma vazão de projeto de 6.005,83L/min,

7.1.1.16 Cálculo Da Laje 01

$$A_{6A} = A \times B$$

$$A_{6A} = 11,7 \times 16,17$$

$$A_{6A} = 195,39\text{M}^2$$

7.1.1.17 Vazão

$$Q = \frac{156 \times 195,39}{60}$$

$$Q = 508,01 \text{ L}/\text{min}$$

Anexo 11

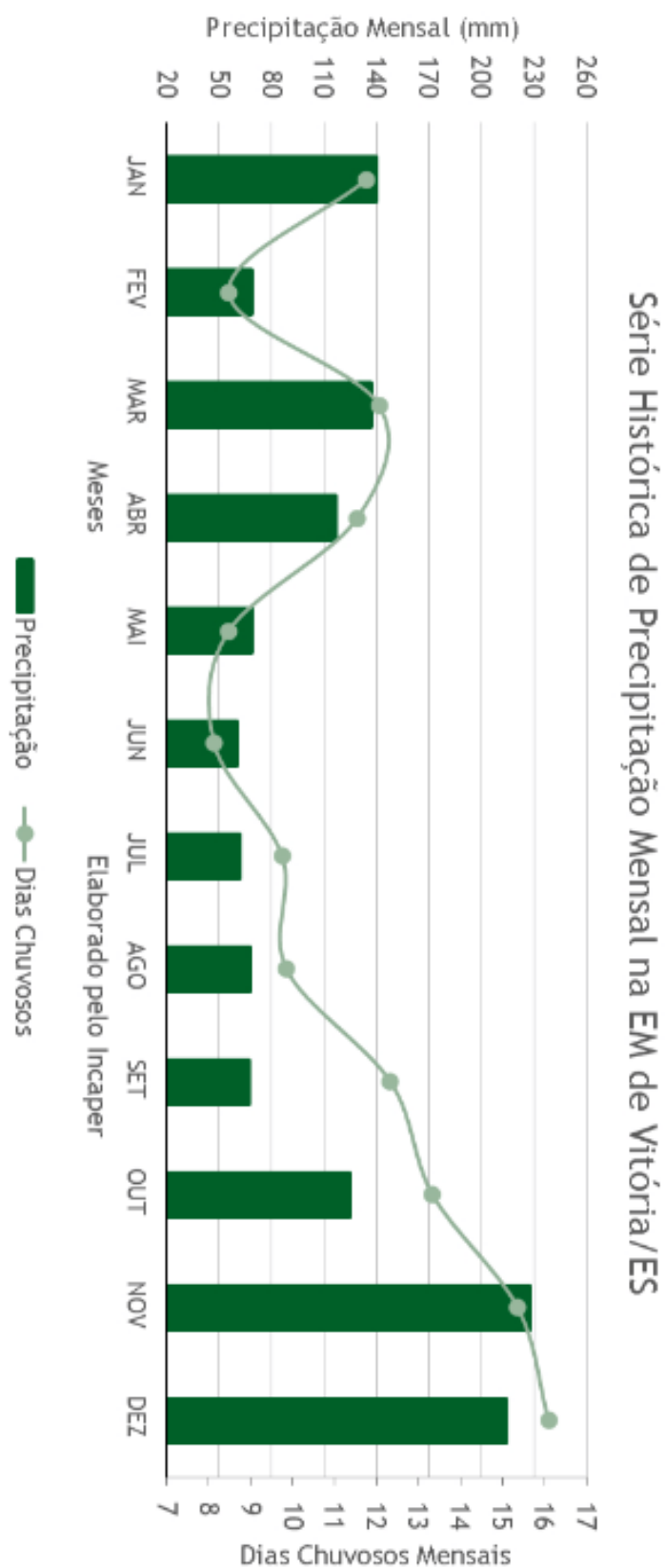


Figura 11: Série histórica de precipitação mensal. FONTE: INCAPER.

Anexo 12

Mês	Ano										Média
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	
jan	229	62		221,2	58,8	79,6	3	250		75,6	122,4
fev	21,6	50,8	52,4	12		183,8	130			97	78,23
mar	449,4	95	69,2	90	29,4	82,2	80			51,8	118,38
abr	79	143,6	42,6	29,4	54	354,2				15,6	102,63
mai	58,4			24,2	170,2	183,6	241,4				135,56
jun	43,8			89,8	128	119	32,8			18,6	72
jul	70,8	99,2	19,2	100,2	197,2	16,2	55,4			17,8	72
ago	95	83,4	70,8	29,6	27,6	81	56,8		75	12	59,02
set	21,8	31,6	25,6	26,8	65,4	22,6	102			54,4	43,78
out	75,2	321,6	52	101,4	50,2	179	58,8			89,8	116
nov	316,4	56,8	52,8	199,2	132,4	274,4	549,6		287,2	343,6	245,82
dez	746,6	118	91,4	96,6	229,6	221	183,8		116	327,2	236,69

Precipitações mensais registradas pela estação meteorológica INMET – VITÓRIA (83648) nos anos de 2013 a 2023.

Anexo 13

DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	VALOR UNITÁRIO	VALOR TOTAL
TUBO PPR DN 25MM, INCLUSIVE CONEXÕES - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	62,92	R\$ 24,14	R\$ 1.518,89
TUBO PPR DN 32MM, INCLUSIVE CONEXÕES - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	132,29	R\$ 36,32	R\$ 4.804,77
TUBO PPR DN 40MM, INCLUSIVE CONEXÕES - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	16,55	R\$ 53,34	R\$ 882,78
TUBO PPR DN 50MM, INCLUSIVE CONEXÕES - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	94,46	R\$ 72,67	R\$ 6.864,41
TUBO PVC SOLDAVEL AGUA FRIA DN 32MM, INCLUSIVE CONEXOES - FORNECIMENTO E INSTALACAO	30,98	R\$ 38,64	R\$ 1.197,07
TUBO PVC SOLDAVEL AGUA FRIA DN 40MM, INCLUSIVE CONEXOES - FORNECIMENTO E INSTALACAO	14,29	R\$ 50,40	R\$ 720,22
TUBO PVC SOLDAVEL AGUA FRIA DN 50MM, INCLUSIVE CONEXOES - FORNECIMENTO E INSTALACAO	19,96	R\$ 56,38	R\$ 1.125,34
TUBO PVC ESGOTO PREDIAL SERIE R DN 75MM, INCLUSIVE CONEXOES - FORNECIMENTO E INSTALACAO	14,32	R\$ 58,71	R\$ 840,73
TUBO PVC ESGOTO PREDIAL SERIE R DN 200MM, INCLUSIVE CONEXOES - FORNECIMENTO E INSTALACAO	30,26	R\$ 78,10	R\$ 2.363,31
VÁLVULA SOLENOIDE DE Ø1 - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	1,00	R\$ 226,35	R\$ 226,35
VALVULA AUTOMATICA DE REDUÇÃO DE PRESSÃO Ø1.1/2", ENTRADA 47MCA, SAÍDA 30MCA - FORNECIMENTO E INSTALACAO	2,00	R\$ 1.861,07	R\$ 3.722,14
FILTRO TIPO Y EM FERRO FUNDIDO Ø1.1/2, FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	2,00	R\$ 315,54	R\$ 631,08
MANÔMETRO TIPO UT, FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	2,00	R\$ 183,39	R\$ 366,78
RESERVATÓRIO DE CAPTAÇÃO EM POLIETILENO, CAP. 10M3 - FORNECIMENTO E COLOCAÇÃO	2,00	R\$ 5.792,98	R\$ 11.585,96
RESERVATÓRIO DE ÁGUA TRATADA EM POLIETILENO, CAP. 2,5M3 - FORNECIMENTO E COLOCAÇÃO	2,00	R\$ 2.661,98	R\$ 5.323,96
RESERVATÓRIO DE DESCARTE DA 1ª CHUVA EM POLIETILENO, CAP. 1,0M3 - FORNECIMENTO E COLOCAÇÃO	2,00	R\$ 1.682,62	R\$ 3.365,24
SISTEMA DE TRATAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS - TRIFÁSICO COMPOSTO POR PAINEL DE COMANDO, FILTRO DE AREIA, 02 BOMBAS, ELETROBÓIA, CLORADOR E PLATAFORMA EM POLIETILENO	1,00	R\$ 17.158,62	R\$ 17.158,62
BÓIA Ø1.1/4, FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	2,00	R\$ 149,37	R\$ 298,74

Continua

Continuação			
DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	VALOR UNITÁRIO	VALOR TOTAL
BOMBA DE RECALQUE COM VAZÃO DE 7,40M3/H, HMAN=90MCA E POTÊNCIA DE 5,0CV - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	2,00	R\$ 2.968,38	R\$ 5.936,76
SUPORTE PARA TUBOS HORIZONTAIS ENTRE 1/2" E 2" (ABRAÇADEIRA TIPO D COM PARAFUSOS) - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	150,00	R\$ 35,87	R\$ 5.380,50
SUPORTE PARA TUBOS HORIZONTAIS ENTRE 2.1/2" E 4" (ABRAÇADEIRA TIPO D COM PARAFUSOS) - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	35,00	R\$ 40,61	R\$ 1.421,35
SUPORTE PARA TUBOS VERTICAIS ENTRE 1/2" E 2" (ABRAÇADEIRA TIPO COPO) - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	115,00	R\$ 18,57	R\$ 2.135,55
PINTURA COM ESMALTE SINTÉTICO EM TUBULAÇÕES COM DUAS DEMÃOS (DIÂMETROS VARIADOS)	416,03	R\$ 6,54	R\$ 2.720,84
REGISTRO GAVETA 1.1/2" BRUTO LATAO - FORNECIMENTO E INSTALACAO	8,00	R\$ 138,62	R\$ 1.108,96
REGISTRO GAVETA 1.1/4" BRUTO LATAO - FORNECIMENTO E INSTALACAO	7,00	R\$ 116,48	R\$ 815,36
ESTRUTURA METALICA EM AÇO ESTRUTURAL, PERFIL "I" W150X13,0 (13,0KG/M), INCLUINDO PINTURA	176,41	R\$ 37,72	R\$ 6.654,19
ESTRUTURA METALICA EM AÇO ESTRUTURAL, PERFIL "U" – 3"X6,10 (6,10 KG/M), INCLUINDO PINTURA	60,63	R\$ 35,40	R\$ 2.146,44
ESTRUTURA METÁLICA EM AÇO ESTRUTURAL, CHAPA LISA E=12,70MM (94,6KG/M2), INCLUINDO PINTURA	1018,99	R\$ 37,01	R\$ 37.712,94
FORNECIMENTO E COLOCAÇÃO DE CHUMBADOR PARABOLT 1/2 (Ø12,50MM)	16,00	R\$ 15,81	R\$ 252,96
ESCADA TIPO MARINHEIRO EM PERFIS METÁLICOS (TUBO 3/4" E BARRA CHATA 2X1"), COM GUARDA-CORPO H=5,10M (BARRA CHATA 2X1" E 3/8"X1 1/2"), ACABAMENTO EM PINTURA ESMALTE SINTÉTICO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO (CONFORME MODELO EXISTENTE)	1,00	R\$ 7.109,48	R\$ 7.109,48
GUARDA CORPO EM TUBO DE AÇO GALVANIZADO 3/4" COM PINTURA ESMALTE SINTÉTICO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	11,23	R\$ 528,03	R\$ 5.930,30