



CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS

Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 1.162, de 13/10/16, D.O.U nº 198, de 14/10/2016
ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL LUTERANA DO BRASIL

GABRIEL CESAR OLIVEIRA CURSINO

APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS PARA FINS NÃO POTÁVEIS EM UMA
CMEI, UM ESTUDO DE CASO

PALMAS – TO
2019



CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS

Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 1.162, de 13/10/16, D.O.U nº 198, de 14/10/2016
ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL LUTERANA DO BRASIL

GABRIEL CESAR OLIVEIRA CURSINO

APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS PARA FINS NÃO POTÁVEIS EM UMA CMEI, UM ESTUDO DE CASO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Superior de Engenharia Civil do Centro Universitário Luterano de Palmas, como requisito parcial para aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) II.

Orientador: Prof.^a Dr(a). Michele Ribeiro Ramos

PALMAS – TO

2019

GABRIEL CESAR OLIVEIRA CURSINO

APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS PARA FINS NÃO POTÁVEIS EM UMA
CMEI, UM ESTUDO DE CASO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso Superior de Engenharia Civil do Centro
Universitário Luterano de Palmas, como requisito
parcial para aprovação na disciplina de Trabalho de
Conclusão de Curso (TCC) II.

Orientador: Prof.^a Dr(a). Michele Ribeiro Ramos

Aprovado em: 22/05/2019

BANCA EXAMINADORA

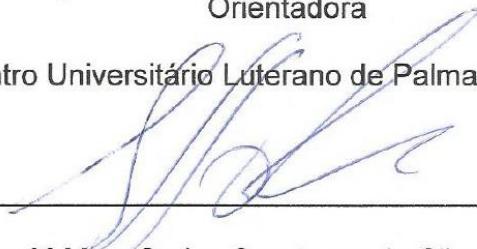
BANCA EXAMINADORA



Prof.^a Dr(a). Michele Ribeiro Ramos

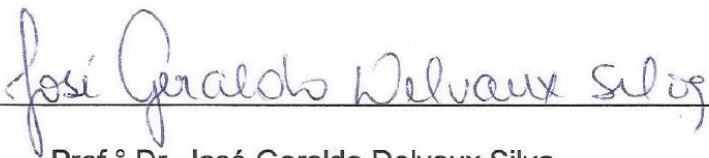
Orientadora

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP



Prof.^a Msc. Carlos Spartacus da Silva Oliveira

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP



Prof.^o Dr. José Geraldo Delvaux Silva

Examinador Externo

PALMAS – TO

2019

Tenho o prazer de dedicar esse trabalho aos meus pais que se fizeram presente na longa caminhada da minha formação, o prazer de lembrar das diversas noites mal dormidas, os infinitos tipos de exercícios resolvidos e nas eternas trocas de experiências com os colegas de estudos. A realização desse sonho tem um gosto mais que especial, a guerra pela busca do conhecimento nos torna cada vez mais pessoas melhores.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus orientadores que de todas as formas, indireto e diretamente se dedicaram em prol deste trabalho, aos meus colegas de turma que sempre me apoiaram nesta caminhada e minha família que nas noites intermináveis de estudo sempre estavam ao meu lado me apoiando.

“Tendo em vista que a água é um recurso natural limitado e imprescindível à vida, questões sobre a conservação e preservação dos recursos hídricos vêm sendo cada vez mais destacadas na atualidade. As técnicas de aproveitamento de água pluvial são soluções sustentáveis que contribuem para uso racional da água, proporcionando a conservação dos recursos hídricos para as futuras gerações”. Ana Kelly Marinoski

RESUMO

CURSINO, Gabriel Cesar Oliveira. APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS PARA FINS NÃO POTÁVEIS EM UMA CMEI, UM ESTUDO DE CASO. 2019. 50 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel) – Curso de Engenharia Civil, Centro Luterano de Palmas/TO, 2019.

O presente trabalho vem em ocorrência de eventos extremos relacionados a grandes cheias, principalmente nas cidades das regiões Sul e Sudeste, e secas na Região Norte e Nordeste, deixa clara a importância de soluções que venham a minimizar futuros desastres. A implantação de um sistema de aproveitamento das águas das chuvas para fins não potáveis, é uma opção que pode se mostrar muito atrativa para a minimização dos efeitos da escassez de água nos grandes centros urbanos e também dos custos, gerados pelo consumo de água obtida a partir de fontes tradicionais, os quais incidem sobre o preço final dos produtos.

Para se minimizar tais danos e utilizar de forma eficaz este bem natural que são as águas proveniente de precipitação foi proposto a disseminação desse fluido não potável em fins como: jardins, lavagem de calçadas e outros.

Palavra chave: Captação de Água Pluvial.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1: Distribuição de água mundial..... | 16 |
| Figura 2: Bacia Hidrográfica do Rio Amazonas..... | 17 |
| Figura 3: Áreas Estratégicas de Gestão..... | 19 |
| Figura 4: Demanda Hídrica no Estado de Tocantins..... | 20 |
| Figura 5: Sistema de Captação de Água Pluvial | 22 |
| Figura 6: Gráfico do volume de precipitação do estado de Tocantins em 2017 | 24 |
| Figura 7: Gráfico do volume de precipitação do estado de Tocantins em 2018 | 25 |
| Figura 8: Precipitação Acumulada nos últimos 90 dias. Mapa do dia 28/02/2018..... | 26 |
| Figura 9: Precipitação Acumulada nos últimos 90 dias. Mapa do dia 31/08/2018..... | 26 |
| Figura 10: Dimensionamento de Condutores - calha com saída em aresta viva..... | 29 |
| Figura 11: Dimensionamento de Condutores - calha com funil de saída | 30 |
| Figura 12: Média de precipitação Anual dos Últimos 15 anos..... | 38 |
| Figura 13: Cortes AA Reservatório Semi-Enterrado de 15.000 L..... | 41 |
| Figura 14: Modelo de Conjunto Motor-Bomba..... | 41 |
| Figura 15: Vista Superior Reservatório Semi-Enterrado de 5.000L..... | 42 |
| Figura 16: Reservatório Metálico Elevado de 15.000L..... | 42 |
| Figura 17: Modelo de Calha de Captação..... | 43 |
| Figura 18: Detalhamento de Cobertura e Locação de Calha..... | 43 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1: Principais bacias hidrográficas do mundo | 12 |
| Tabela 2: Consumo Predial Diário..... | 27 |
| Tabela 3: Coeficientes de Rugosidade..... | 29 |
| Tabela 4: Capacidade de condutores horizontais de seção circular (Q em L/min).... | 30 |

LISTA DE EQUAÇÕES

| | |
|---|----|
| Equação 1: Fórmula de Manning-Strickler - Dimensionamento de Calhas | 28 |
| Equação 2: Volume do Reservatório | 31 |
| Equação 3: Vazão de água pluvial captada | 31 |
| Equação 4: Volume total do reservatório de água pluvial..... | 31 |
| Equação 5: Equação da continuidade a um reservatório finito..... | 32 |
| Equação 6: Método prático de Azevedo Neto | 32 |
| Equação 7: Método Prático Alemão | 33 |
| Equação 8: Método Prático Inglês..... | 33 |
| Equação 9: Método Prático Australiano | 34 |
| Equação 10: Cálculo do volume do reservatório | 34 |

LISTA DE ABREVIATURAS

| | |
|----------------|--|
| CMEI | Centro Municipal de Educação Infantil |
| CNA | Conselho Nacional da Água |
| FAO | Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação |
| INMET | Instituto Nacional de Meteorologia |
| OMS | Organização Mundial da Saúde |
| ONU | Organização das Nações Unidas |
| SABESP | Companhia de Saneamento do Estado de São Paulo |
| SAAP | Sistema de Aproveitamento de Água Pluvial |
| SEMADES | Secretaria do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável |

SUMARIO

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUÇÃO | 10 |
| 1.1. PROBLEMA DE PESQUISA | 12 |
| 1.2. OBJETIVOS | 13 |
| 1.2.1. Objetivo Geral | 13 |
| 1.2.2. Objetivos Específicos | 13 |
| 1.4. JUSTIFICATIVA | 14 |
| 2. REFERENCIAL TEÓRICO | 15 |
| 2.1. DISPONIBILIDADE DE RECURSOS HÍDRICOS..... | 15 |
| 2.2. DISPONIBILIDADE DE RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL..... | 17 |
| 2.3. DISPONIBILIDADE E USO DE RECURSOS HÍDRICOS NO TOCANTINS | 17 |
| 2.4. SUSTENTABILIDADE E EDUCAÇÃO AMBIENTAL | 20 |
| 2.5. APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL..... | 20 |
| 2.6. DADOS PLUVIOMÉTRICOS NO TOCANTINS..... | 22 |
| 2.7. USO DA ÁGUA EM ESCOLAS..... | 26 |
| 2.8. DIMENSIONAMENTO DE CONDUTORES E CALHAS..... | 27 |
| 2.8.1. Dimensionamento de Calhas..... | 27 |
| 2.8.2. Dimensionamento dos Condutores de Água Verticais..... | 28 |
| 2.8.3. Dimensionamento dos Condutores de Água Horizontais | 29 |
| 2.9. DIMENSIONAMENTO DE RESERVATÓRIOS..... | 30 |
| 2.9.1. Método de Rippl | 30 |
| 2.9.2. Método da Simulação | 31 |
| 2.9.3. Método Azevedo Neto | 31 |
| 2.9.4. Método Prático Alemão | 32 |
| 2.9.5. Método Prático Inglês..... | 32 |
| Método Prático Australiano | 33 |
| 2.10. DIMENSIONAMENTO DE BOMBAS E EQUIPAMENTOS HIDRÁULICOS..... | 34 |

SUMARIO

| | |
|---|-----------|
| 3. METODOLOGIA | 35 |
| 3.1. LOCAL E PERÍODO DA REALIZAÇÃO DO PROJETO | 35 |
| 3.2. DESENVOLVIMENTO DO PROJETO | 35 |
| 4. DESENVOLVIMENTO..... | 37 |
| 4.1. Disposição do Imóvel..... | 37 |
| 4.2. Precipitação Anual..... | 37 |
| 4.3. Armazenamento | 39 |
| 4.4. Método Azevedo Neto | 40 |
| 4.5. Caminho da Água..... | 41 |
| 5. CONCLUSÃO | 43 |
| 6. REFERÊNCIAS | 44 |
| 7. ANEXO..... | 48 |

1. INTRODUÇÃO

A água é um elemento e fonte essencial à vida e ao desenvolvimento da humanidade. Tem uma relevante importância, considerando-se não apenas o fato de que é fundamental à sobrevivência da espécie humana, no atendimento às necessidades de água potável de uma demanda populacional, mas também, é primordial para o progresso da civilização, uma vez que é utilizada em diversas atividades para seu desenvolvimento (OLIVEIRA, 2008).

À medida que as populações e as atividades econômicas crescem, muitos países atingem rapidamente condições de escassez de água ou se defrontam com limites para o desenvolvimento econômico. A demanda de água aumenta rapidamente, com 70-80% exigidos para a irrigação, menos de 20% para a indústria, e apenas 6% para consumo doméstico (MORAES, 2002).

Os questionamentos relacionados à preservação ambiental e ao uso responsável da água passaram a ser um pensamento de toda população, o que impulsiona o aumento de políticas públicas inclinadas à promoção de práticas sustentáveis. A crise hídrica que o Brasil enfrenta é agravada diante do desperdício da água potável, o que conduz a um repensar da educação, na qual princípios e práticas de sustentabilidade precisam ser incorporados em todos os aspectos da aprendizagem (TUGOZ & BERTOLINI & BRANDALISE, 2017).

A ocorrência de eventos extremos relacionados a grandes cheias, principalmente nas cidades das regiões Sul e Sudeste, e secas na Região Norte e Nordeste, deixa clara a importância de soluções que venham a minimizar futuros desastres. A implantação de um sistema de aproveitamento das águas das chuvas para fins não potáveis, é uma opção que pode se mostrar muito atrativa para a minimização dos efeitos da escassez de água nos grandes centros urbanos e também dos custos, gerados pelo consumo de água obtida a partir de fontes tradicionais, os quais incidem sobre o preço final dos produtos (MIERZWA, 2007).

A água de chuva serve principalmente para usos não-potáveis, pois para assegurar sua potabilidade, é recomendável um tratamento mais complexo, sendo uma alternativa viável apenas onde não há a possibilidade de abastecimento com água tratada. Pode-se substituir a água tratada potável da rede pública em diversas

aplicações, tais como vasos sanitários, máquinas de lavar, irrigação de jardins, lavagens de carro, limpeza de pisos e piscinas (Ouriques e Schneider, 2005).

Considerando a importância do ambiente escolar na formação do cidadão, é preciso despertar o interesse para a preservação e a importância da conscientização ambiental por meio da racionalização do uso de água e utilização de fontes alternativas de água. Entretanto as análises económicas de implantação são fundamentais para avaliar soluções possíveis e estimar os reais custos associados ao sistema. Apesar disto é igualmente necessário conseguir passar a mensagem de que nem tudo se resume a um custo e que para além disso há que saber avaliar o peso social e ambiental (PINHO, 2014).

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

O comportamento das chuvas na região do estado de Tocantins, concentra-se de forma bem distinta em determinada época do ano, e levando em conta a necessidade de recursos hídricos nos períodos mais secos, é imprescindível que se consiga observar e determinar qual o potencial de uso desse sistema de aproveitamento de água. De acordo com a proposta deste presente trabalho, e com finalidade de otimizar a efetividade, haja vista que a proposição se baseia na relação entre os custos de implantação e benefícios gerados a partir de sua utilização.

Diante do exposto, é compensatório investir em aproveitamento de água pluvial mesmo estando numa região com período de estiagem bastante prolongado como a que se encontra o estado?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Apresentar um sistema que possibilite o aproveitamento de água pluvial em um CMEI na cidade de Palmas-TO.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Obter o índice pluviométrico no município de Palmas-TO.
- Dimensionar sistema de captação de água pluvial.
- Dimensionar o reservatório do conjunto motor-bomba.
- Orçar os custos de implantação do projeto.

1.3 JUSTIFICATIVA

O controle de recursos naturais hídricos no uso diário é fundamental para que no futuro não haja escassez desses materiais, logo que, o crescimento da população e conseqüentemente do consumo, torna cada vez mais difícil e oneroso o sistema de abastecimento de água das cidades. O aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis, é uma atividade que auxilia no combate ao desperdício de água potável, entretanto a viabilidade de implantação de um sistema como esse, deve ser calculada de forma que se consiga além da preservação ambiental, redução de gastos no processo de captação e reuso da água.

A construção civil passa por um período de reestruturação, em que a tendência do mercado gira em torno de edificações autossuficientes, em que a utilização de recursos da natureza estão cada vez mais presentes nos projetos de arquitetura e engenharia. A promessa de diminuição de custos e desenvolvimento sustentável aliam-se à uma nova proposta, um conceito socioambiental, na qual, as responsabilidades de conservação do meio ambiente é também propriedade de toda a comunidade desde local.

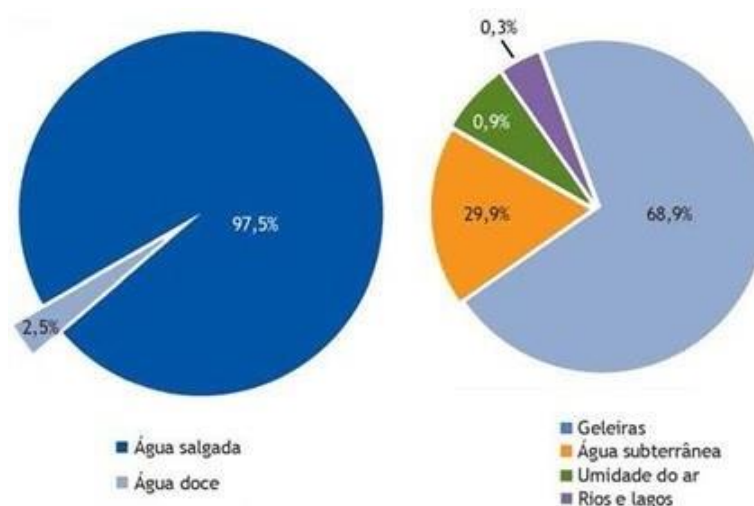
Tendo em vista o grande desperdício de água diariamente, e o baixo nível de água nos reservatórios, principalmente em períodos de estiagem, torna a pesquisa fundamental para o desenvolvimento urbano. A cidade de Palmas-TO, mesmo que ainda seja jovem, já enfrenta problemas de cidades mais antigas e com maior população, e a busca de soluções para evitar problemas com a escassez de água, é um dos desafios a se enfrentar. A comunidade técnica formada principalmente por engenheiros e arquitetos, tem total influencia para que este tipo de ação possa alcançar níveis de maior relevância, que consiga de fato mostrar novas alternativas de construção, com menor impacto ambiental.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 DISPONIBILIDADE DE RECURSOS HÍDRICOS

A superfície do planeta terra é composta por diversos materiais, na qual o principal constituinte é a água, com representatividade de cerca de 70% do volume total. Apesar deste volume tão grande, apenas 2,5% é água doce, estando disponível para o consumo de todas as necessidades em água da humanidade 0,7%, já que grande parte dessa água doce se encontra retida em forma de gelo na Antártida e no Ártico (CNA, 2018).

Figura 1: Distribuição de água mundial.



Fonte: SABESP, 2018.

Conforme Figura 1 acima, grande parte da água doce disponível no planeta encontram-se em aquíferos subterrâneos, cujo acesso em diversas vezes, se torna inviável frente ao custo e às condições para a captação. A distribuição quanto ao volume sobre a área, está presente na natureza de forma muito desigual na superfície terrestre, na qual, menos de dez países concentram 60% dos recursos de água doce disponíveis: Brasil, Rússia, China, Canadá, Indonésia, USA, Índia, Colômbia e República Democrática do Congo (CNA, 2018). O rio com o maior escoamento superficial de água é o rio Amazonas localizado no Brasil conforme Figura 2 (CNA, 2018) abaixo.

Figura 2: Bacia Hidrográfica do Rio Amazonas.



Fonte: CNA, 2018.

As áreas com maior concentração de água doce na Terra incluem as bacias hidrográficas dos rios Amazonas e Orinoco (15% do escoamento total da Terra), na América do Sul, a bacia hidrográfica do rio Yangtzé, na zona este da Ásia, a zona sul e sudeste asiática (18% do escoamento total da Terra), incluindo as bacias hidrográficas dos rios Brahmaputra, Irrawaddy e Mekong, o Canadá, com cerca de 10% do escoamento da Terra em rios como o Mackenzie e o Yukon, a Sibéria, com as bacias dos rios Yenisey (cerca de 5% do escoamento superficial mundial).

Segue abaixo Tabela 1 (CNA, 2018), com a descrição das principais bacias hidrográficas mundiais, na qual mostram o volume de água presente e respectivas áreas.

Tabela 1: Principais bacias hidrográficas do mundo.

| Rios | Escoamento Total (km ³ /ano) | Área da Bacia Hidrográfica (km ²) |
|--------------------|--|--|
| Amazonas e Orinoco | 6.500 | 7.930.000 |
| Yangtze | 1.000 | 1.808.500 |
| Brahmaputra | 900 | 651.334 |
| Yenisey | 620 | 2.580.000 |
| Irrawaddy | 500 | 413.710 |
| Ob | 500 | 2.972.497 |
| Mekong | 450 | 795.000 |
| Lena | 150 | 2.500.000 |
| Fly e sepik | 300 | 156.321 |
| Mackenzie | 250 | 1.805.200 |
| Yukon | 150 | 854.696 |

Fonte: CNA, 2018.

2.2 DISPONIBILIDADE DE RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL

O Brasil é um país bastante privilegiado quanto aos recursos hídricos, impulsionado principalmente pela bacia amazônica, a maior do mundo. No entanto, apesar de possuir elevada quantidade de água em seu território, a maior parte de todo esse volume não está ao alcance da população, uma vez que, cerca de 80% de toda água doce disponível no país se encontra na região amazônica, cuja população que habita na região representa menos de 10% de todos os brasileiros. Com isso, restam apenas 20% de água doce disponível para 90% da população brasileira, o que significa, uma demanda muito maior do que a oferta.

A combinação entre o crescimento populacional e desenvolvimento urbano das cidades, faz com que o consumo de água nos grandes centros aumente, de forma em que a demanda localizada gere problemas com a escassez de água. No Brasil, as regiões com maior densidade populacional já sofrem a falta de recursos hídricos, estimulado pelo aumento desordenado do processo de urbanização, industrialização e principalmente pela expansão agrícola.

De acordo com a FAO (2016), a escassez de água afetará dois terços da população mundial em 2050 devido ao uso excessivo de recursos hídricos para a produção de alimentos. Este aumento estará relacionado com o consumo não sustentável de água para a agricultura. Em 2050 serão necessários 60% a mais de alimentos para alimentar o planeta, enquanto a agricultura continuará a ser o maior consumidor de água a nível mundial. Os cenários de alterações climáticas podem também acentuar alguns dos problemas de escassez no futuro, através da sua influência sobre componentes do ciclo hidrológico, nomeadamente a temperatura, a precipitação e a evapotranspiração.

2.3 DISPONIBILIDADE E USO DE RECURSOS HÍDRICOS NO TOCANTINS

O Estado do Tocantins está inserido na região hidrográfica do Tocantins – Araguaia, em que as bacias são formadas principalmente pelos rios Tocantins e Araguaia, além de diversas outras sub-bacias que a compõem. A vazão média da bacia é de 13.799 m³/s, na qual representa cerca de 8% do total do país. Visando aperfeiçoar a gestão dos recursos hídricos nas diversas bacias hidrográficas do

estado e no âmbito do Plano Estadual de Recursos Hídricos, aplicou-se o conceito de 'Áreas Estratégicas de Gestão', conforme mostra a Figura 3 (SEMADES, 2011) abaixo.

Figura 3: Áreas Estratégicas de Gestão



Fonte: SEMADES, 2011.

As Áreas Estratégicas de Gestão são resultado de uma regionalização do território estadual, respeitando-se a divisão hidrográfica existente, contemplando diversas escalas e variáveis hidrológicas e geomorfológicas do uso e ocupação do solo. Essa metodologia de delimitação e divisão do território geográfico propicia a melhor atuação das entidades gestoras nos recursos hídricos, de acordo com a

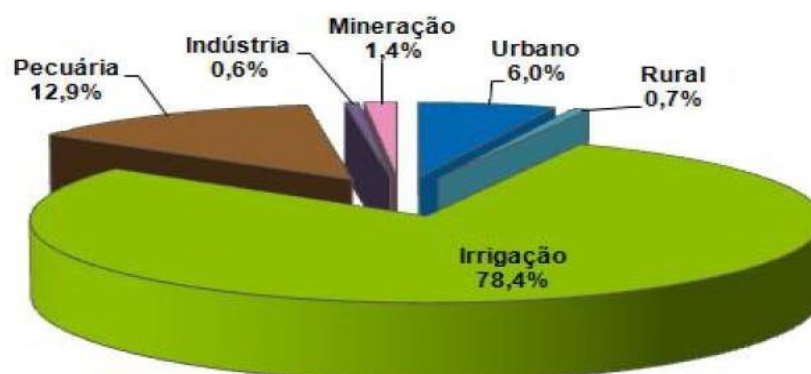
disponibilidade hídrica superficial (SEMADES, 2011).

As principais características hidrológicas do Estado do Tocantins foram definidas quantitativamente e espacialmente para os principais componentes do ciclo hidrológico: precipitação, vazão e evapotranspiração.

- Regime Pluviométrico: Na maior parte do estado encontram-se valores entre 1.500 mm e 1.800 mm, justificando o valor médio de precipitação anual do estado de 1.764,2 mm, cujo valor se aproxima da média de precipitação anual da Bacia do Tocantins-Araguaia.
- Regime Fluviométrico A vazão média encontrada a partir da média dos valores de vazão de 90% de todo o estado é aproximadamente 4,38 L/km².
- Evapotranspiração Média: As regiões Sul e Sudoeste do estado apresentam a menor evapotranspiração em relação às demais, com cerca de 700 mm ao ano. A área Centro e Centro-Leste detêm as maiores médias, chegando a 1500 mm anuais. Ao norte, o valor é mediano, 1000 mm. Tal variação medida se deve a dois fatores principais: a composição geomorfológica do solo e os biomas incidentes na região.

Seguindo o parâmetro nacional, o estado de Tocantins possui uma demanda de uso de recursos hídricos parecida com a encontrada em grandes centros, porém com números de menor representação perante a quantidade de habitantes e de atividades comerciais. Na Figura 4 (SEMADES, 2011) a seguir pode ser observada as principais atividades consumidoras de água.

Figura 4: Demanda Hídrica no Estado de Tocantins



SEMADES, 2011.

2.4 SUSTENTABILIDADE E EDUCAÇÃO AMBIENTAL

A ideia de sustentabilidade não está definida pelo consumir mais ou menos. O princípio é provocar nos consumidores a consciência do que suas escolhas acarretam, motivando-os a adotarem hábitos de consumo menos lesivos ao meio ambiente. Entre os vários recursos naturais ameaçados pelas atividades humanas, a água tem sido um dos mais atingidos (Peixoto, & Pereira 2013).

Em geral, a qualidade das águas naturais depende do grau de poluição ou de contaminação que apresentam e, pode ser definida através de suas características físicas, químicas e biológicas. O prejuízo à qualidade das águas naturais deve ser evitado, tendo em vista que a água permite e contribui para o equilíbrio biológico do ser humano e, se poluída ou contaminada, pode introduzir micro-organismos e inúmeras substâncias tóxicas que prejudicam imensamente a saúde. Segundo a OMS, cerca de 80% das doenças existentes no mundo, principalmente nos países em desenvolvimento, resultam da escassez ou da má qualidade da água para consumo humano (JORGE, 2006).

Segundo Loureiro (2011, apud JAMILA, 2017), a “Educação Ambiental é uma prática educativa e social que tem por finalidade a construção de valores, conceitos, habilidades e atitudes que possibilitem o entendimento da realidade de vida e a atuação lúcida e responsável de atores sociais individuais e coletivos no ambiente”.

As medidas referentes ao uso racional da água são evoluções obtidas a partir da implantação de novas teorias e tecnologias que resultem em uma mudança de comportamento da sociedade, promovendo um uso sustentável da água. Já os incentivos são feitos por meio de campanhas, informações, educação pública, tarifas e regras que motivem os usuários a adotar medidas conscientes (MONTIBELLER & SCHMIDT, 2004).

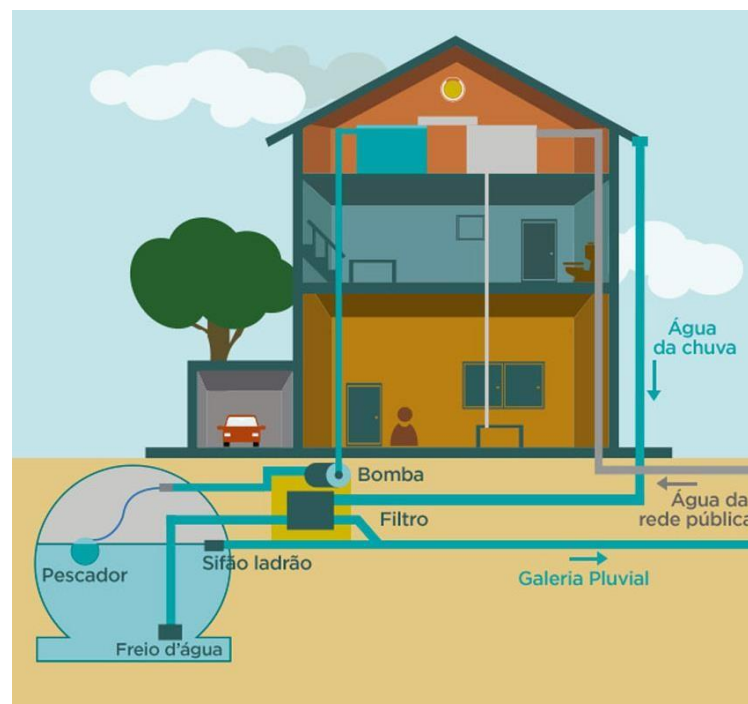
2.5 APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL

O conceito de uso responsável com objetivo de conservação da água, precisa estar relacionado à logística da demanda e da oferta, de forma que as águas de

qualidade inferior possam suprir necessidades menos nobres. A captação de recursos hídricos, oriundos das chuvas, que cai nos condutores verticais e horizontais (calhas), e levadas até ao reservatório para armazenamento. O aproveitamento de água pluvial apresenta vários aspectos favoráveis, pois permite a redução no consumo de água potável, ocasionando na diminuição do consumo, e conseqüentemente, do custo de água fornecido pelas companhias de abastecimento, além de reduzir o risco de enchentes e ainda de contribuir para preservação do meio ambiente ao reduzir a escassez de recursos hídricos.

A simplicidade da composição do sistema é a principal característica para o aproveitamento sobre telhados, é a maneira mais clara de coleta, cujo escoamento é feito por água pluvial, o que resulta diretamente na redução dos custos de implantação e manutenção (OLIVEIRA, CHRISTMANN, & PIEREZAN, 2014). Segue abaixo a Figura 5 (MARINOSKI, 2007), que exemplifica o sistema de captação de água fluvial, que mostra ainda os componentes que constituem toda a rede de armazenamento e distribuição desta água captada.

Figura 5: Sistema de Captação de Água Pluvial



MARINOSKI, 2007.

Em geral, a superfície de recolha dos SAAP é o telhado. Para captação da água de chuvas são necessárias calhas, condutores e coletores de águas pluviais (OLIVEIRA, 2008). O sistema de coleta e aproveitamento de água pluvial em edificações é formado por diversos componentes, que serão relacionados nas seções subsequentes:

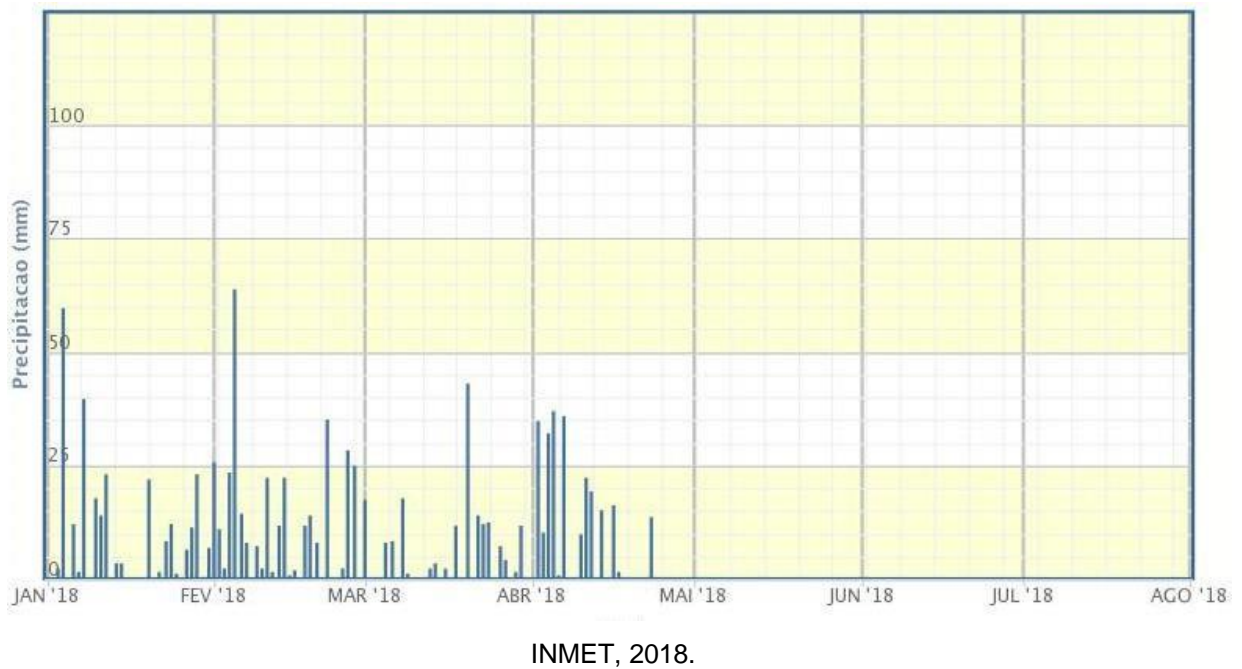
- **Área de Coleta:** A área utilizada para coleta de água de chuva normalmente é o telhado ou a laje da edificação. Dependendo do uso final da água coletada e do tratamento a ser aplicado, a coleta de água de chuva também pode ser feita por meio de superfícies impermeabilizadas, localizadas no nível do chão tais como pátios, calçadas e estacionamentos.
- **Condutores:** São os condutores horizontais e verticais (tubulações) que servem para transportar a água pluvial da área de captação até o sistema de armazenamento.
- **Armazenamento:** O armazenamento da água é feito em reservatórios, que podem ser, enterrados, apoiados ou elevado.

O SAAP funciona da seguinte maneira: a água é coletada de áreas impermeáveis, normalmente telhados, pátios ou pisos. Em seguida, é transportada por meio de condutores (tubulações, calhas ou dutos) e armazenada em reservatórios de acumulação, que pode ser apoiado, enterrado ou elevado e ser construído de diferentes materiais, sendo que a água captada pode, de acordo com a configuração do sistema, sofrer algum tipo de tratamento, como filtragem ou separação de sólidos grosseiros, antes de adentrar no reservatório. Por fim a água deve ser transportada por meio de condutores para sua destinação final, onde será utilizada para necessidades que não necessitam de padrão de potabilidade (SAMPAIO, 2013).

2.6 DADOS PLUVIOMÉTRICOS NO TOCANTINS

O território brasileiro abrange grande parte da América do Sul, e sendo o Brasil um dos maiores países do mundo em extensão, faz com que seja possível encontrar diferentes tipos de condições climáticas em determinadas regiões. Os principais fatores que contribuem para essas diferenças entre o clima de cada área do país,

Figura 7: Gráfico do volume de precipitação do estado de Tocantins em 2018.



Em comparação a este cenário com outras regiões brasileiras, é visível a diferença entre as características quanto ao volume anual de precipitação e a distribuição da chuvas ao longo do ano. O resultado desta análise, torna possível a realização de um estudo, perante a necessidade de armazenamento dessa água proveniente de precipitação para utilização em períodos de estiagem nessas regiões em que o volume de chuva é nulo por cerca de 4 a 6 meses por ano, situação bastante incômoda e para toda a população que sofre com outros problemas de saneamento e saúde pública em decorrência da seca que perdura por tanto tempo.

As Figuras 8 e 9 (INMET, 2018) acima mostram com clareza dados no mapa brasileiro em destaque ao volume acumulado de precipitação em um período de 90 dias, captados nos períodos com maior e menor taxa de precipitação registrada no estado de Tocantins respectivamente.

Figura 8: Precipitação Acumulada nos últimos 90 dias. Mapa do dia 28/02/2018.

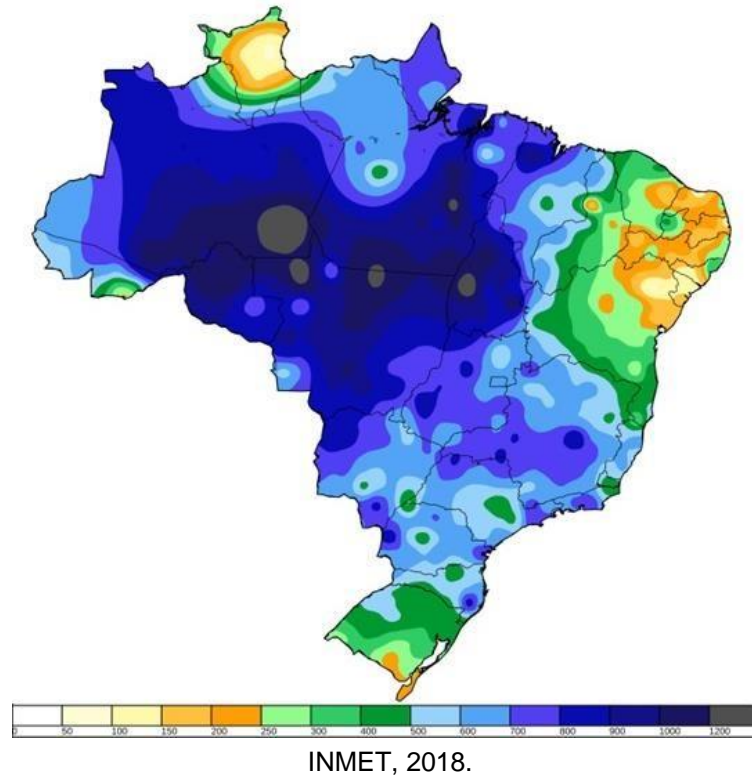
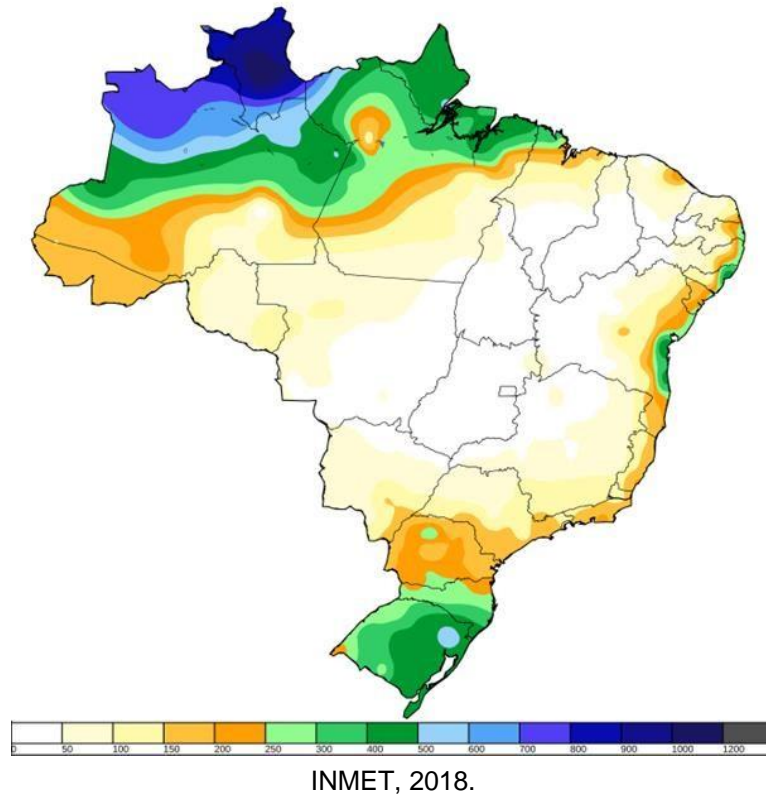


Figura 9: Precipitação Acumulada nos últimos 90 dias. Mapa do dia 31/08/2018.



2.7 USO DA ÁGUA EM ESCOLAS

O ambiente escolar é considerado um espaço favorável para o estudo das questões relacionadas ao consumo racional de água, visto que se trata de um ambiente formador do caráter dos cidadãos, os quais, entre outros conhecimentos, devem possuir consciência da importância de se preservar o meio ambiente, bem como, a relevância do uso sustentável. Os espaços escolares possibilitam pesquisas de uso racional de água, pois possuem ferramentas para o levantamento do consumo de água, da percepção dos usuários para o uso racional e das patologias existentes que interferem no consumo (OLIVEIRA, 2014).

A estimativa dos usos e das demandas é um fator determinante no processo de elaboração de um sistema de captação de águas pluviais, de forma que seja alcançado um bom nível de atendimento às demandas e também na retenção de água que viria a ser lançada na rede de drenagem pluvial. Conforme Tabela 2 (CREDER, 2006) abaixo pode-se observar valores de consumo de água por tipo de ocupação e uso da edificação.

Tabela 2: Consumo Predial Diário.

| Prédio | Consumo (Litros / Dia) |
|----------------------------------|--------------------------------|
| Alojamento Provisório | 80 per capita |
| Ambulatórios | 25 per capita |
| Apartamentos | 200 per capita |
| Casas Populares ou rurais | 150 per capita |
| Creches | 50 per capita |
| Edifícios Públicos ou comerciais | 50 per capita |
| Escolas (externatos) | 50 per capita |
| Escolas (internatos) | 150 per capita |
| Escritórios | 50 per capita |
| Hotéis | 250 per capita |
| Mercados | 5 por m ² de área |
| Lavanderias | 30 por kg de roupa seca |
| Restaurantes | 25 por refeição |
| Residências | 200 per capita |
| Jardins | 1,5 por m ² de área |
| Indústria | 100 per capita |

Fonte: CREDER, 2006.

2.8 DIMENSIONAMENTO DE CONDUTORES E CALHAS

O dimensionamento das estruturas das calhas e dos condutores, deve ser feito como em qualquer edificação, considerando a intensidade pluviométrica da região, o período de retorno adequado, seguindo as normas da ABNT NBR 10.844/1989, que trata exatamente das exigências e critérios necessários aos projetos de instalações de drenagem e escoamento de águas pluviais.

2.8.1 Dimensionamento de Calhas

Para que não ocorra transbordamento de água, é imprescindível que o cálculo do dimensionamento das calhas seja feito corretamente, bem como da especificação de um número adequado de coletores verticais e horizontais, caso contrário, os usuários terão transtornos em outras partes das edificações e, além disso, a quantidade de água captada será menor que sua capacidade total. As calhas devem ser feitas de materiais resistentes a intempéries, em que são mais usadas, as chapas de aço galvanizado e PVC rígido, cujo dimensionamento, é realizado através da fórmula de Manning-Strickler, indicada na Equação 1 a seguir:

Equação 1: Fórmula de Manning-Strickler - Dimensionamento de Calhas

$$Q = K \times S/n \times R^{2/3} \times i^{1/2}$$

Onde:

Q = Vazão (L/min)

S = Área da seção molhada (m²)

n = coeficiente de rugosidade

R = raio hidráulico (m)

P = perímetro molhado (m)

i = declividade (m/m)

K = 60.000

Para realizar o cálculo do dimensionamento, é necessário conhecer o coeficiente de rugosidade do material conforme mostra Tabela 3 a seguir:

Tabela 3: Coeficientes de Rugosidade.

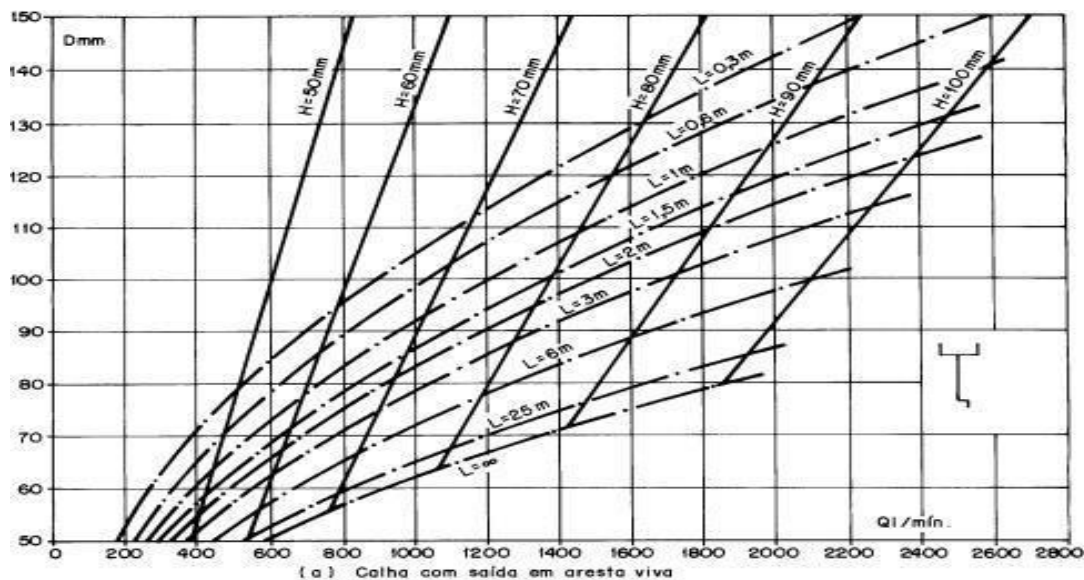
| Material | n |
|--|-------|
| Plástico, fibrocimento, aço, metais não ferrosos | 0,011 |
| Ferro fundido, concreto alisado, alvenaria revestida | 0,012 |
| Cerâmica, concreto não alisado | 0,013 |
| Alvenaria de tijolos não revestida | 0,015 |

2.8.2 Dimensionamento dos Condutores de Água Verticais

Para os condutores verticais de água, devem ser empregados os tubos e conexões de ferro fundido, PVC rígido, chapas de aço galvanizado, folhas-de-flandres, chapas de cobre, aço inoxidável, alumínio ou fibra de vidro (ABNT NBR 10.844/1989).

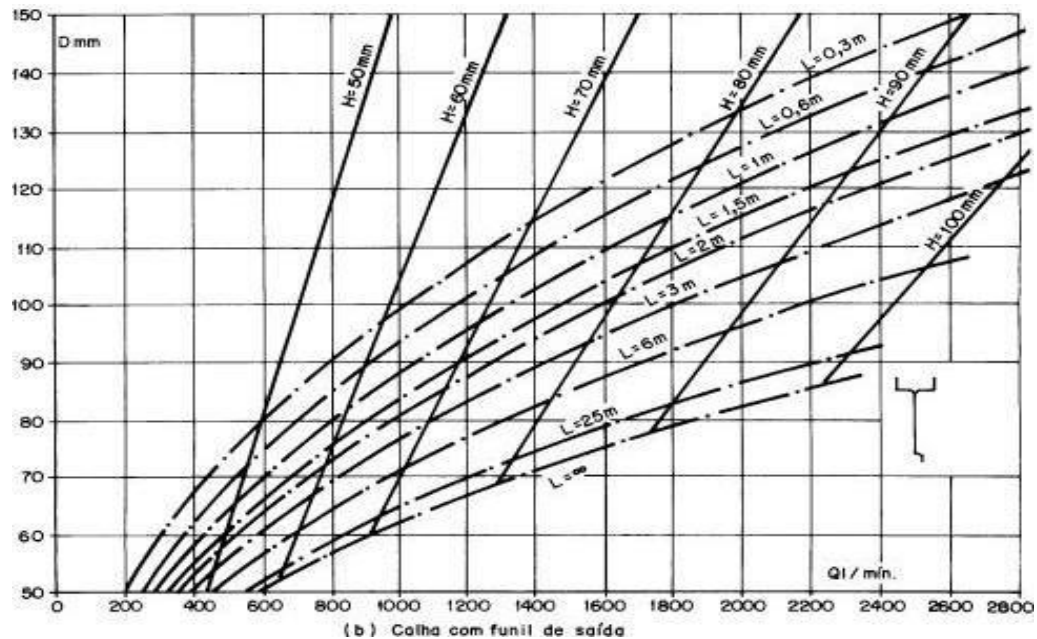
Para a determinação do diâmetro (mm) da tubulação, têm-se a vazão (Q), a altura da lâmina d'água na calha (H) e o comprimento do condutor vertical (m), o ábaco da (ABNT NBR 10.844/1989) pode ser utilizado conforme Figura 10 e 11 abaixo:

Figura 10: Dimensionamento de Condutores - calha com saída em aresta viva.



ABNT NBR 10.844/1989.

Figura 11: Dimensionamento de Condutores - calha com funil de saída.



ABNT NBR 10.844/1989.

2.8.3 Dimensionamento dos Condutores de Água Horizontais

Segundo a NBR 10.844/89, os condutores de água horizontais devem ser projetados com declividade uniforme, sempre que possível, com valor mínimo de 0,5%. O dimensionamento de condutores com seção circular deve ser feito para escoamento com lâmina de água de altura igual a 2/3 do diâmetro interno do tubo, sendo que, as vazões para tubos de vários materiais e inclinações usuais estão indicadas na Tabela 4 a seguir:

Tabela 4: Capacidade de condutores horizontais de seção circular (Q em L/min).

| Diâmetro Interno (mm) | n= 0,011 | | | | n= 0,012 | | | | n= 0,013 | | | |
|-----------------------|----------|-------|-------|--------|----------|-------|-------|-------|----------|-------|-------|-------|
| | 0,5% | 1% | 2% | 4% | 0,5% | 1% | 2% | 4% | 0,5% | 1% | 2% | 4% |
| 1 50 | 32 | 45 | 64 | 90 | 29 | 41 | 59 | 83 | 27 | 38 | 54 | 76 |
| 2 75 | 95 | 133 | 188 | 267 | 87 | 122 | 172 | 245 | 80 | 113 | 159 | 226 |
| 3 100 | 204 | 287 | 405 | 575 | 187 | 264 | 372 | 527 | 173 | 243 | 343 | 486 |
| 4 125 | 370 | 521 | 735 | 1.040 | 339 | 478 | 674 | 956 | 313 | 441 | 622 | 882 |
| 5 150 | 602 | 847 | 1.190 | 1.690 | 552 | 777 | 1.100 | 1.550 | 509 | 717 | 1.010 | 1.430 |
| 6 200 | 1300 | 1820 | 2.570 | 3.650 | 1.190 | 1.670 | 2.360 | 3.350 | 1.100 | 1.540 | 2.180 | 3.040 |
| 7 250 | 2350 | 3.310 | 4.660 | 6.620 | 2.150 | 3.030 | 4.280 | 6.070 | 1.990 | 2.800 | 3.950 | 5.600 |
| 8 300 | 3820 | 5.380 | 7.590 | 10.800 | 3.500 | 4.930 | 6.960 | 9.870 | 3.230 | 4.550 | 6.420 | 9.110 |

ABNT NBR 10.844/1989.

2.9 DIMENSIONAMENTO DE RESERVATÓRIOS

Os métodos para dimensionamento do reservatório de água pluvial, leva em conta a demanda no período de estiagem, bem como a quantidade de água possível de ser captada. O que difere entre elas é a forma com a qual se estima a demanda (FARESIN, 2008). Serão apresentadas a seguir as diferentes metodologias propostas pela NBR 15.527/2007 para o dimensionamento de reservatórios de captação de água da Chuva.

2.9.1 Método de Rippl

O Método de Rippl ou método das massas foi criado em 1883 e geralmente o valor do reservatório é superdimensionado. É aconselhável usá-lo para verificar o limite superior do reservatório de acumulação de água da chuva. Esse método supõe que inicialmente o reservatório está cheio e que a retirada de água do reservatório é supostamente constante (VERÇOSA, 2014).

Nesse método é possível usar as séries históricas mensais ou diárias, conforme as Equações 2, 3 e 4.

Equação 2: Volume do Reservatório

$$S = D - Q$$

Equação 3: Vazão de água pluvial captada.

$$Q = C \times P \times A$$

Equação 4: Volume total do reservatório de água pluvial

$$V = \sum S$$

Onde:

S = volume de água no reservatório no tempo t

D = demanda ou consumo no tempo t

P = precipitação da chuva

A = área de captação

Q = volume de chuva aproveitável no tempo t

V = volume do reservatório, em m³

C = coeficiente de escoamento superficial

2.9.2. Método da Simulação

O método da simulação não leva em conta a evaporação da água, para um determinado mês, aplica-se a Equação 5 da continuidade a um reservatório finito:

Equação 5: Equação da continuidade a um reservatório finito

$$S = Q + S_{(t-1)} - D - E - L$$

Onde:

S = volume de água no reservatório no tempo t

S_(t-1) = volume de água no reservatório no tempo t-1

D = demanda ou consumo no tempo t

E = evaporação da superfície do reservatório quando livre

L = demais perdas

Q = volume de chuva aproveitável no tempo t

V = volume do reservatório (m³)

C = coeficiente de escoamento superficial

2.9.3. Método Azevedo Neto

O volume de chuva é obtido pela Equação 6 a seguir.

Equação 6: Método prático de Azevedo Neto

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

Onde:

V = volume de água aproveitável e o volume de água do reservatório

P = Precipitação média anual

A = Área de coleta em projeção

T = Número de meses de pouca chuva ou seca.

2.9.4. Método Prático Alemão

Esse método empírico adota como valor de volume do reservatório o valor mínimo entre 6% do volume anual do consumo e 6% do volume anual da precipitação aproveitável, de acordo com a Equação 7 a seguir.

Equação 7: Método Prático Alemão

$$V_{(\text{adotado})} = \min (V; D) \times 0,06$$

Onde:

V = Volume aproveitável de água pluvial anual (L)

D = Demanda anual da água não potável (L)

$V_{(\text{adotado})}$ = Volume de água do reservatório

2.9.5. Método Prático Inglês

O volume de chuva é obtido pela Equação 8 abaixo:

Equação 8: Método Prático Inglês

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

Onde:

V = volume de água aproveitável e o volume do reservatório adotado

P = valor numérico da precipitação média anual

A = valor numérico da área de coleta em projeção

2.9.6. Método Prático Australiano

O volume de chuva é obtido pela Equação 9 abaixo:

Equação 9: Método Prático Australiano

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

Onde:

Q = volume mensal produzido pela chuva

A = área de coleta

C = coeficiente de escoamento superficial

P = precipitação média mensal

I = interceptação da água que molha as superfícies e perdas por evaporação

O cálculo do volume do reservatório é realizado por tentativas, até que sejam utilizados valores otimizados de confiança e volume do reservatório, conforme a Equação 10 a seguir.

Equação 10: Cálculo do volume do reservatório

$$V = V_{(t-1)} + Q - D$$

Onde:

V = volume de água que está no tanque no final do mês

$V_{(t-1)}$ = volume de água que está no tanque no início do mês

Q = volume mensal produzido pela chuva no mês

D = demanda mensal

2.10. DIMENSIONAMENTO DE BOMBAS E EQUIPAMENTOS HIDRÁULICOS

Para elaboração do projeto de sistema de bombeamento, são necessários estudos técnicos para o dimensionamento e especificação dos materiais e equipamentos que irão compor o sistema, nas quais pode-se destacar: a determinação das vazões de projeto do sistema de bombeamento, levando em conta as condições operacionais do sistema de abastecimento, a definição do tipo e arranjo físico da elevatória, a definição do traçado e materiais das canalizações de sucção e recalque, a escolha do tipo e número dos conjuntos motor-bomba, e a definição do sistema operacional dimensionamento e ainda a definição dos sistemas de acionamento, medição e controle.

As vazões a recalcar devem ser determinadas a partir da concepção básica do sistema de abastecimento, conforme prescrito na NBR 12211, da fixação das várias etapas para a implantação das obras e do regime de operação previsto para as elevatórias, cuja implantação, depende diretamente de fatores de posicionamento do reservatório e o tipo dos materiais dos condutores de água.

3. METODOLOGIA

O presente trabalho tem como finalidade exemplificar como um sistema de aproveitamento de água da chuva pode ser útil contra os problemas de escassez de água em escolas da rede municipal, e ainda permitir a diminuição do consumo de água provenientes de mananciais, na qual projetos e análises de viabilidade técnica construtiva e econômica irão ratificar a sua aplicação.

3.1. LOCAL E PERÍODO DA REALIZAÇÃO DO PROJETO

O local ao qual foi destinado o projeto para aplicação de sistema de aproveitamento de água pluvial, é o Centro Municipal de Educação Infantil, que se localiza à ARSE 111, Alameda 14 e 12, no Plano Diretor Sul em Palmas – TO, que passou por coleta e análises de dados, afim de compatibilização dos requisitos básicos para que se possa implantar o sistema, que baseia-se na possibilidade de captação de recursos hídricos, demanda de uso, e viabilidade de distribuição das águas.

3.2. DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

O projeto de análise foi iniciado com coleta de dados pluviométricos do período dos últimos anos, da região de Palmas, pelo BDMEP – Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (INMET, 2013), onde são coletados pela estação localizada no município de Palmas – TO, cujo resultado passou por conferência de dados históricos dos últimos 15 anos, para que fosse montado um relatório do comportamento e quantidade das chuvas que atingem a região estudada. Já calculada o volume de precipitação, inicia-se o dimensionamento do consumo diário, a partir do levantamento da taxa de ocupação do edifício, afim de determinar a demanda de uso, através de estimativas da quantidade de ocupantes que irão utilizar o local, na qual foi ser realizada a partir de tabelas fornecidas pela ABNT NBR 10884/89, para assim, deter as informações quanto ao quantitativo necessário para atender às necessidades da edificação e dos usuários.

A realização do dimensionamento das estruturas e componentes do sistema (calhas, condutores e bombas elevatórias), e da capacidade de armazenamento, foi feito com o auxílio de bibliografias, e das normas norma ABNT NBR 10884/89 e também pela norma ABNT NBR 15527/07. O método de cálculo foi definido a partir das características topográficas e climáticas da região, além do volume de precipitação e ainda do tipo de reservatório que poderá ser utilizado. Após estes procedimentos, o sistema de coleta, armazenamento e distribuição pode ser calculado, e o feito dimensionamento de cada estrutura que compõe o projeto de maneira correta.

Os projetos de construção da CMEI, são fundamentais nesta etapa, visto que, a estrutura e as passagens de tubulações elétricas, hidráulicas e sanitárias, precisa ser observadas, afim de atender as normas ABNT NBR 10884/89 que trata das instalações prediais de águas pluviais e da ABNT NBR 15527/07 que trata do aproveitamento de cobertura para captação de água da chuvas para fins não potáveis, além de que, haja uma maior compatibilização dos sistemas de abastecimento e principalmente da harmonia da arquitetura predial. Para isto foi analisados os projetos arquitetônicos e projetos complementares, hidráulico e sanitário.

Para o custo de implantação foi levado em consideração a implantação de reservatório, separadamente daquele que contem água potável. Deverá ser construída uma rede de alimentação de água de chuvas paralela à rede de alimentação de água potável, onde o sistema a ser implantado vai atender a pontos citados especificados ao longo do projeto em estudo, todo o custo de instalação do sistema.

Para o dimensionamento do sistema de recalque no reservatório, foi determinado via análise de projeto, em que, pode ser alocado em um posicionamento mais adequado, que facilite a passagem da tubulação, e ainda que facilite a manutenção dos equipamentos.

A finalização do presente estudo se dará com a apresentação do memorial descritivo no qual irá compor todos os componentes constituintes, desde a captação até a distribuição das águas pluviais, com seus respectivos quantitativos, planilha orçamentária dos materiais, além de pranchas com detalhamento de todo o processo de execução dos sistemas de captação, armazenamento e distribuição.

4. DESENVOLVIMENTO

4.1 DISPOSIÇÃO DO IMÓVEL

O trabalho foi desenvolvido para atender o consumo de água não potável em uma instituição de educação e ensino do Município de Palmas, denominado CMEI 111, o qual está em processo de construção.

Na busca por informações disposta pela elaboração do trabalho, nos deparamos com as seguintes informações sobre o imóvel público que foi avaliado.

CMEI – Centro Municipal de Educação Infantil Arse 111

Área coberta = 1.186,45 m²

Probabilidade de Reservatório = 15 m³ ou 15.000 litros

4.2. PRECIPITAÇÃO ANUAL

No Município de Palmas, a precipitação média nos ultimos tem uma relativa variancia devido nossa capital esta localizada procimo a linha do Equador isso significa que na metade do ano tem elevados indices de chuva e na outra metade o indece chegar a zero. Segue em anexo figura 12.

Figura 12: Média Precipitação Anual dos Últimos 15 anos do Município de Palmas Tocantins.

| MÉDIA PRECIPITAÇÃO ANUAL | | | | | | | | |
|---------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------------|
| MÊS | JAN | FEV | MAR | ABR | OUT | NOV | DEZ | MÉDIA |
| PRECIPITAÇÃO | 246 | 217 | 171 | 100 | 121 | 197 | 212 | 181 |

Fonte: climatempo.com

Para o cálculo de Captação de água pluvial de maior incidencia nesse caso utilizamos $i = 181$ mm/h. Aplicando na formula que quantifica a Vazão pluvial, NBR 10844/89, vejamos:

$$Q = (I \cdot A)/60,$$

Q: Vazão de captação (l/min);

I: Índice Pluviométrico (mm/h);

A: Área de Captação (área coberta) (m²).

$$Q = (181 \times 1.186,45)/60$$

$$Q = 3.579,12 \text{ l/min}$$

Com a vazão de captação definida passamos para o cálculo de definição de calhas conforme NBR 10844/89, equação de Manning a seguir.

$$Q = 60.000 \cdot (A/n) \cdot R_H^{2/3} \cdot S^{1/2}$$

Dado uma calha retangular em que a declividade seja de 0,5%, altura 10cm, largura de 40cm e consideramos o valor de $n=0,013$.

Considerando:

$$S=0,5\% =0,005\text{m/m}$$

$$A \text{ área molhada será } A= 10\text{cm} \times 40\text{cm} = 0,10 \cdot 0,40 = 0,04\text{m}^2$$

$$O \text{ perímetro molhado } P= 40\text{cm}+ 10\text{cm}+10\text{cm} =60\text{cm} = 0,60\text{m}$$

$$O \text{ raio hidráulico } R_h= A/P = 0,04 \text{ m}^2/ 0,60\text{m} =0,066\text{m}$$

Temos:

$$Q = 60.000 \cdot (A/n) \cdot R_H^{2/3} \cdot S^{1/2}$$

$$Q = 60.000 \cdot (0,04/0,013) \cdot 0,066^{2/3} \cdot 0,005^{1/2}$$

$$Q= 2.171 \text{ L/min}= 36,2 \text{ L/s}$$

A Tabela a seguir da ABNT NBR 10.844/89 fornece as vazões em litros por minuto com altura 2/3 de acordo com os diâmetros dos condutores horizontais de seção circular e da declividade.

Tabela 4.2-Capacidade de condutores horizontais com altura da lâmina líquida igual a 2/3 do diâmetro da seção circular com vazões em litros/ minuto

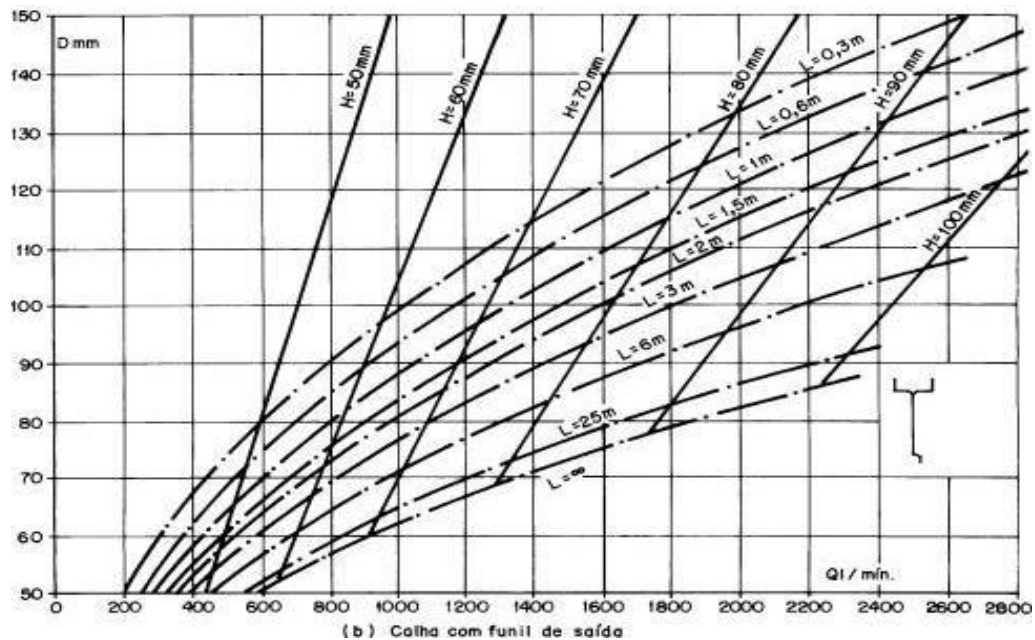
| Diâmetro Interno D (mm) | n=0,011 | | | | n=0,012 | | | | n=0,013 | | | |
|-------------------------------|---------|-------|-------|--------|---------|-------|-------|-------|---------|-------|-------|-------|
| | 0,5% | 1% | 2% | 4% | 0,5% | 1% | 2% | 4% | 0,5% | 1% | 2% | 4% |
| 50 | 32 | 45 | 64 | 90 | 29 | 41 | 59 | 83 | 27 | 38 | 54 | 76 |
| 75 | 95 | 133 | 188 | 267 | 87 | 122 | 172 | 245 | 80 | 113 | 159 | 226 |
| 100 | 204 | 287 | 405 | 575 | 187 | 264 | 372 | 527 | 173 | 242 | 343 | 486 |
| 125 | 370 | 521 | 735 | 1.040 | 339 | 478 | 674 | 956 | 313 | 441 | 622 | 882 |
| 150 | 602 | 847 | 1.190 | 1.690 | 552 | 777 | 1.100 | 1.550 | 509 | 717 | 1.010 | 1.430 |
| 200 | 1.300 | 1.820 | 2.570 | 3.650 | 1.190 | 1.670 | 2.360 | 3.350 | 1.100 | 1.540 | 2.180 | 3.040 |
| 250 | 2.350 | 3.310 | 4.660 | 6.620 | 2.150 | 3.030 | 4.280 | 6.070 | 1.990 | 2.800 | 3.950 | 5.600 |
| 300 | 3.820 | 5.380 | 7.590 | 10.800 | 3.500 | 4.930 | 6.960 | 9.870 | 3.230 | 4.550 | 6.420 | 9.110 |

Fonte: ABNT NBR 10.844/89

Determinado o diâmetro do condutor horizontal partimos para o tipo de saída de calha que em nosso caso utilizamos a tipo funil para determina o diâmetro do condutor vertical.

Foi determinado também que ao longo de cada água da cobertura seria distribuido 5 (cinco) saídas verticais. Com a vazão captada dividada pela quantidade de água que

existe na cobertura temos uma vazão líquida em cada saída de 486,45 L/min. Com esse valor podemos terminamos o tubo vertical que será de 100 mm de acordo o grafico a seguir para saída de funil.



ABNT NBR 10.844/1989.

4.3. ARMAZENAMENTO

O reservatório de acumulação da água pluvial é um dos componentes mais importantes de um sistema de aproveitamento de água pluvial, o qual deve ser dimensionado, principalmente considerando os seguintes fatores: demanda de água pluvial, áreas de captação, precipitação pluviométrica e custos totais de implantação.

O volume de reservatório inferior é um dado de entrada do programa que precisa ser adotado. O valor adotado deve ser maior que a demanda diária de água pluvial, para que supra esse consumo diário e possa manter uma reserva para épocas de baixa precipitação pluviométrica.

No presente trabalho foi adotado um reservatório semi-enterrado de 5.000 litros que através de sistema de bombeamento inteligente (boias elétricas com acionamento automático), levará água para o reservatório superior, de fabricação metálica com uso convencional, armazenamento e distribuição aos pontos de consumo.

O cálculo utilizado para dimensionar tal reservatório foi obtido da seguinte forma:

4.4. MÉTODO AZEVEDO NETO

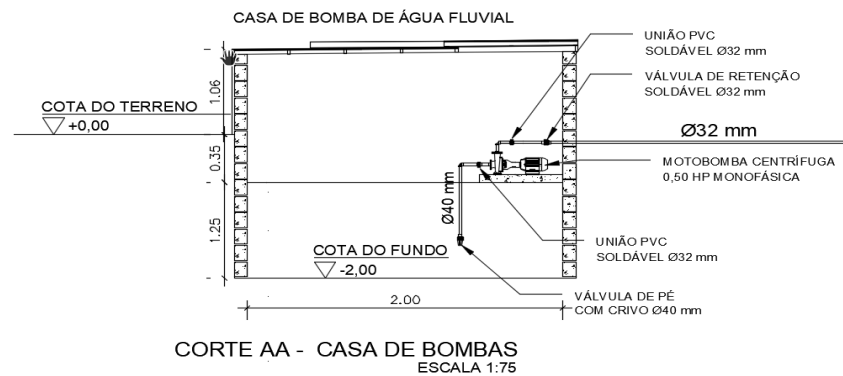
$$V = 0,042 \times P \times A \times T$$

$$V = 0,042 \times 181 \times 1.186,45 \times 4$$

$$V = 36.077,57 \text{ L}$$

O reservatório em questão terá o seguinte formato, Figuras 13, 14 e 15.

Figuro 13: Corte AA reservatório semi-enterrado de 5.000 litros.



Fonte: Próprio autor

Largura: 2,00 (dois) Metros;

Comprimento: 2,00 (dois) Metros;

Profundidade de operação: 1,25 (um virgula vinte e cinco) Metros;

Profundidade total: 2,66 (dois virgula sessenta e seis) Metros;

Capacidade de operação: 5,0 (cinco) Metros;

Conjunto Motor Bomba: Bi-partida 0,5 Cv.

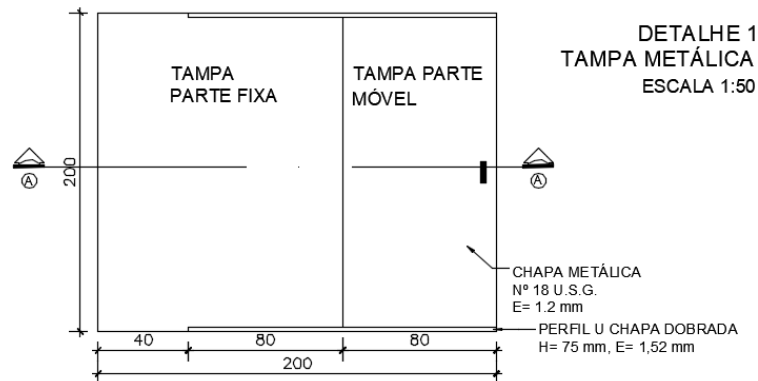
Observção: Conjunto motor-bomba determinado através do catálogo Imbil, levando em consideração Vazão com rendimento de até 70%, Figura 14 abaixo.

Figura 14: Modelo de Conjunto Motor-Bomba.



Fonte: croospump.com.br

Figuro 15: Vista superior reservatório semi-enterrado de 5.000 litros.



Fonte: Próprio autor

O segundo reservatório tem seu formato tipo taça com reserva superior que proporciona uma pressão de 7 m.c.a o suficiente para levar água até os pontos de consumo pré-estabelecidos, conforme a Figura 16.

Figura 16: Reservatório metálico elevado.

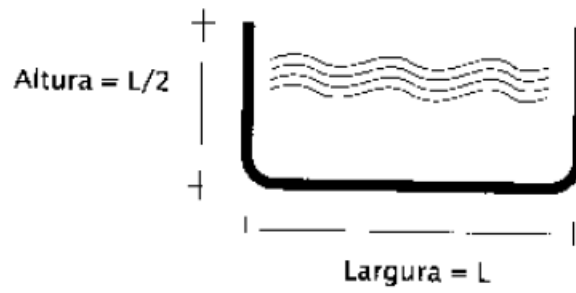


Fonte: RPL reservatórios.

4.5. CAMINHO DA ÁGUA

A água de chuva cai na cobertura da instituição, essa feita com estrutura metálica e telha termoacusticas, contorno platibanda com toda estrutura sem visibilidade externa com os beirais revestido por calhas de zinco na chapa #14 com dimensões, conforme as Figuras 17 e 18.

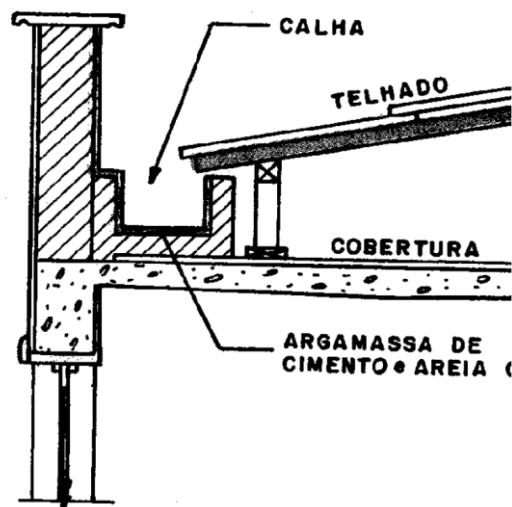
Figura 17: Modelo de calha de captação pluvial.



Fonte: Calhas e condutores, Capítulo 4.

 $L = 10 \text{ cm}$ $L/2 = 5 \text{ cm}$

Figura 18: DETALHAMENTO DE COBERTURA E LOCAÇÃO DE CALHA.



Fonte: Calhas e condutores, Capítulo 4.

5. CONCLUSÃO

Na obtenção do índice pluviométrico da Cidade de Palmas observou-se que em um intervalo de 5 (cinco) meses a precipitação tende a zero, com isso utilizamos apenas 7 (sete) meses de maior incidência para obtermos o cálculo de precipitação média que resultou em 181 mm, aproximadamente.

Com o conhecimento da quantidade de chuva no local e sabendo o quantitativo de área coberta da instituição de ensino podemos dimensionar o sistema de captação a ponto de consiliar seu projeto arquitetônico seu projeto complementar. Temos disponível uma quantidade de 36.000 L onde serão aproveitados apenas 20.000 L sendo 5.000 L em reservatório semi-enterrado e 15.000 L em reservatório superior.

Com o sistema projetado podemos orçar os custos de execução e operação chegando a um valor de execução em torno de R\$ 40.000 reais. Se observamos o custo economizado por mês do sistema funcionando chegamos a um tempo de retorno desse investimento de 70 anos o que se torna viável esse projeto devido não pelo RI mais sim por preservar por mais tempo as fontes de obtenção de água potável.

6.0 REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 5626: Instalação predial de água fria.** Rio de Janeiro. 1998.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10844: Instalações prediais de águas pluviais.** Rio de Janeiro. 1989.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 12213: Projeto de captação de água de superfície para abastecimento público.** Rio de Janeiro. 1992.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 12214: Projeto de sistema de bombeamento de água para abastecimento público.** Rio de Janeiro. 1992.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15527: Água de chuva: Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisitos.** Rio de Janeiro. 2007.

AMORIM, S. V., PEREIRA, D. J. A. **Estudo comparativo dos métodos de dimensionamento para reservatórios utilizados em aproveitamento de água pluvial.** Programa de Pós-Graduação em Construção Civil. São Carlos, 2004.

BOTELHO, M. H. C.; RIBEIRO JR., G. A. **Instalações Hidráulicas Prediais.** 3ª. Ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2010.

CAMPOS, M. A. S. **Aproveitamento de água pluvial em edifícios residenciais multifamiliares na cidade de São Carlos.** XII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Fortaleza, 2008.

CREDER, H. **Instalações Hidráulicas e Sanitárias.** 6 ed. Rio de Janeiro: LTC –Livros Técnicos e Científicos Editora S.A, 2006.

FARESIN, E. A. **Conservação de água em escolas com ênfase em aproveitamento de água de chuva: estudo de caso nas escolas da rede municipal de Erechim - RS.** Universidade de Passo Fundo. Faculdade de Engenharia e Arquitetura. Programa de Pós Graduação em Engenharia. Passo Fundo, 2008.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em:
<<http://www.inmet.gov.br/>>. Acessado em setembro de 2018.

CLIMATEMPO. Disponível em:
<<https://www.climatempo.com.br/climatologia/593/palmas-to>>. Acessado em maio de 2019.

JAQUES, R. C. **Qualidade da água de chuva no município de Florianópolis e sua potencialidade para o aproveitamento em edificações.** Programa de Pós Graduação em Engenharia Ambiental. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2005.

JORGE, I. E. W. & BAUMGARTEN, M. G. Z. **Ações de educação ambiental numa comunidade escolar que convive com a falta de saneamento básico.** Revista Eletrônica – Cadernos de Ecologia Aquática. Vol. 1 – nº 1. Rio Grande – RS, 2006.

MARINOSKI, A. K. **Aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis em instituição de ensino: um estudo de caso em Florianópolis – SC.** Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina – Centro Tecnológico. Florianópolis, 2007.

MIERZWA, J. C. **Águas pluviais: método de cálculo do reservatório e conceitos para um aproveitamento adequado.** Revista de Gestão de Água da América Latina. Vol. 4 - nº 1. São Paulo, 2007.

MELO, V. O.; NETTO, J. M. A. **Instalações Prediais Hidráulico-Sanitárias.** 5 ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2004.

MORAES, D. S. L. & JORDÃO, B. Q. **Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana.** Revista Saúde Pública. Vol. 3. Corumbá - MS, 2002.

OLIVEIRA, E. W. N. **Telhados verdes para habitações de interesse social: retenção das águas pluviais e conforto térmico.** Dissertação Mestrado em Engenharia Urbana. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2009.

OLIVEIRA, M. H. C. **Aproveitamento da Água de Chuva.** Monografia. Pós-Graduação em Ensino de Ciências. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira – PR, 2014.

OLIVEIRA, N. N. **Aproveitamento de água de chuva de cobertura para fins não potáveis de próprios da educação da rede municipal de Guarulhos.** Curso Superior de Engenharia Civil. Universidade de Guarulhos. Guarulhos, 2007.

OURIQUES Z. R. & SCHNEIDER, A. **Aproveitamento de água de chuva em uma escola municipal de Santa Maria – RS.** Série: Ciências Naturais e Tecnológicas, S. Maria, v. 6, nº. 1, p.1-10, 2005.

PINHO, L. M. C. R. C. **Sistemas de aproveitamento de Águas Pluviais: a influência da localização e da utilização tipo de um edifício.** Dissertação Mestrado em Engenharia Ambiental. Escola de Engenharia. Universidade do Minho. Largo do Paço - Portugal, 2014.

Plano Estadual de Recursos Hídricos do Tocantins. SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTAVEL – SEMADES. Projeto de Desenvolvimento Regional Sustentável. Revisão 1. Palmas - TO, 2011.

RIBEIRO, A. K. M. **Método para avaliação do impacto ambiental da implantação de sistemas integrados de aproveitamento de água pluvial e água cinza em residências unifamiliares a partir da análise do ciclo de vida.** Dissertação de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2015.

SAMPAIO, F. E. O. V. **Análise da viabilidade de implantação e pré-dimensionamento de sistemas de aproveitamento de água pluvial em centros urbanos.** Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia – departamento de

Engenharia Civil e Ambiental. Dissertação de Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos. Brasília, 2013.

SETTI, A. A.; LIMA, J. E. F. W.; CHAVES, A. G. M.; PEREIRA, I. C. **Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos**. 2ª ed. – Agência Nacional de Energia Elétrica, Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas. Brasília, 2000.

SILVA, O. J. **Captação de águas pluviais na cidade de Campina Grande – PB: alternativa para uma política de enfrentamento da escassez de água nas escolas públicas**. Dissertação de Mestrado Interdisciplinar em Sociedade e Cidadania. Universidade Estadual da Paraíba. Campina Grande, 2003.

SOUZA J.F., NETO M. R. F., SOUZA M. A. S., VENEU D. M. **Aproveitamento de água de chuva para usos não potáveis na Universidade Severino Sombra**. Revista Eletrônica Teccen. 2016 Jan./Jun.; 09 (1): 35-46.

TUGOZ J. E., BERTOLINI G.R. F., BRANDALISE L. T. **Captação e aproveitamento da água das chuvas: o caminho para uma escola sustentável**. Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade. Vol. 6 – nº 1. Jan./Abr. 2017.

VERÇOSA, D. K. S. **Análise dos métodos de dimensionamento de captação de águas pluviais em edificações no município de Niterói**. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal Fluminense. Niterói, 2014.

7.0 ANEXO

CENTRO LUTERANO DE PALMAS - CEULP ULBRA

| | | |
|------------|---|---------|
| OBRA: | SISTEMA DE REAPROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL | BDI:25% |
| ESCOLA | ARSE 111 | |
| ENDEREÇO | QD 1.104 SUL | |
| REFERÊNCIA | SINAPI 2018 | |

PLANILHA ORÇAMENTÁRIA

| ITEM | CÓDIGO | BANCO | DESCRIÇÃO | UNID. | QUANT. | VALOR UNIT. | VALOR UNIT. C/ BDI | TOTAL |
|---|------------|---------|--|-------|--------|-------------|--------------------|---------------------|
| 1.0 SERVIÇOS INICIAIS | | | | | | | | |
| 1.1 | 74209/001 | SINAPI | PLACA DE OBRA EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO | M² | 1.20 | R\$ 236.86 | R\$ 296.08 | R\$ 355.30 |
| TOTAL ITEM 1 | | | | | | | | R\$ 355.30 |
| 2.0 DEMOLIÇÃO, ATERRO E ESCAVAÇÃO | | | | | | | | |
| 2.1 DEMOLIÇÃO | | | | | | | | |
| 2.1.1 | 97622 | SINAPI | DEMOLIÇÃO DE ALVENARIA DE BLOCO FURADO, DE FORMA MANUAL, SEM REAPROVEITAMENTO. | M² | 2.00 | R\$ 31.11 | R\$ 38.89 | R\$ 77.78 |
| 2.1.2 | 97628 | SINAPI | DEMOLIÇÃO DE LAJES, DE FORMA MANUAL, SEM REAPROVEITAMENTO. | M³ | 0.76 | R\$ 153.76 | R\$ 192.20 | R\$ 146.07 |
| 2.1.3 | COMPOSIÇÃO | PRÓPRIA | RETIRADA E REINSTALAÇÃO DE BLOCO RETANGULAR 20X10 cm, ESPESSURA DE 6 cm, INCLUSO REAPROVEITAMENTO DO MATERIAL | M² | 4.00 | R\$ 25.25 | R\$ 31.56 | R\$ 126.24 |
| 2.1.4 | 97631 | SINAPI | DEMOLIÇÃO DE ARGAMASSAS, DE FORMA MANUAL, SEM REAPROVEITAMENTO. | M² | 2.10 | R\$ 1.86 | R\$ 2.33 | R\$ 4.89 |
| SUB TOTAL ITEM 2.1 | | | | | | | | R\$ 354.99 |
| 2.2 ATERRO | | | | | | | | |
| 2.2.1 | 96995 | SINAPI | REATERRO MANUAL APILOADO COM SOQUETE. | M³ | 1.20 | R\$ 28.25 | R\$ 35.31 | R\$ 42.37 |
| SUB TOTAL ITEM 2.2 | | | | | | | | R\$ 42.37 |
| 2.3 ESCAVAÇÃO | | | | | | | | |
| 2.3.1 | 93358 | SINAPI | ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALAS. AF_03/2016 | M³ | 7.75 | R\$ 46.60 | R\$ 58.25 | R\$ 451.44 |
| SUB TOTAL ITEM 2.3 | | | | | | | | R\$ 451.44 |
| TOTAL ITEM 2 | | | | | | | | R\$ 848.79 |
| 3.0 CONSTRUÇÃO DE RESERVATÓRIO SEMI- | | | | | | | | |
| 3.0.1 COMPLEMENTARES | | | | | | | | |
| 3.0.1.1 | 74236/001 | SINAPI | CAIXA DE INSPEÇÃO EM ALVENARIA DE TIJOLO MACIÇO 60X60X60CM, REVESTIDA INTERNAMENTE COM BARRA LISA (CIMENTO E AREIA, TRAÇO 1:4) E=2,0CM, COM TAMPA PRÉ-MOLDADA DE CONCRETO E FUNDO DE CONCRETO 15MPA TIPO C - ESCAVAÇÃO E CONFECÇÃO | UND | 3.00 | R\$ 128.76 | R\$ 160.95 | R\$ 482.85 |
| 3.0.1.2 | 89714 | SINAPI | TUBO PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 100 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO | M | 37.00 | R\$ 36.78 | R\$ 45.98 | R\$ 1,701.26 |
| SUB TOTAL 3.0.1 | | | | | | | | R\$ 2,184.11 |
| 3.1 ELEMENTOS ESTRUTURAIS | | | | | | | | |
| 3.1.1 FUNDAÇÃO | | | | | | | | |
| 3.1.1.1 | 95240 | SINAPI | LASTRO DE CONCRETO, E=3 CM, PREPARO MECÂNICO, INCLUSOS LANÇAMENTO E ADENSAMENTO | M² | 12.80 | R\$ 12.06 | R\$ 15.08 | R\$ 193.02 |
| 3.1.1.3 | 94965 | SINAPI | CONCRETO FCK = 25MPA, TRAÇO 1:2,3:2,7 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF 07/2016 | M³ | 1.01 | R\$ 333.37 | R\$ 416.71 | R\$ 420.88 |
| 3.1.1.4 | 92777 | SINAPI | ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,0 MM - MONTAGEM. | kg | 34.10 | R\$ 9.02 | R\$ 11.28 | R\$ 384.65 |
| 3.1.1.5 | 92775 | SINAPI | ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM. | kg | 5.21 | R\$ 10.73 | R\$ 13.41 | R\$ 69.87 |

| | | | | | | | | |
|------------------------|----------------|--------|---|----|-------|------------|---------------------|--------------|
| 3.1.1.6 | 93358 | SINAPI | ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALAS. AF_03/2016 | M³ | 0.49 | R\$ 46.60 | R\$ 58.25 | R\$ 28.54 |
| 3.1.1.7 | 97086 | SINAPI | FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FORMA PARA RADIER, EM MADEIRA SERRADA, 4 UTILIZAÇÕES. | M² | 11.05 | R\$ 68.67 | R\$ 85.84 | R\$ 948.53 |
| 3.1.1.8 | 92873 | SINAPI | LANÇAMENTO COM USO DE BALDES, ADENSAMENTO E ACABAMENTO DE CONCRETO EM ESTRUTURAS. | M³ | 1.01 | R\$ 127.30 | R\$ 159.13 | R\$ 160.72 |
| 3.1.1.9 | 74156/003 | SINAPI | ESTACA A TRADO (BROCA) DIAMETRO = 20 CM, EM CONCRETO MOLDADO IN LOCO, 15 MPA, SEM ARMAÇAO. | M | 6.00 | R\$ 37.94 | R\$ 47.43 | R\$ 284.58 |
| SUB TOTAL 3.1.1 | | | | | | | R\$ 2,490.79 | |
| 3.1.2 | PILARES | | | | | | | |
| 3.1.2.1 | 97086 | SINAPI | FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FORMA PARA RADIER, EM MADEIRA SERRADA, 4 UTILIZAÇÕES. | M² | 7.57 | R\$ 68.67 | R\$ 85.84 | R\$ 649.81 |
| 3.1.2.2 | 94965 | SINAPI | CONCRETO FCK = 25MPA, TRAÇO 1:2,3:2,7 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_07/2016 | M³ | 0.32 | R\$ 333.37 | R\$ 416.71 | R\$ 133.35 |
| 3.1.2.3 | 92777 | SINAPI | ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,0 MM - MONTAGEM. | kg | 17.18 | R\$ 9.02 | R\$ 11.28 | R\$ 193.79 |
| 3.1.2.4 | 92775 | SINAPI | ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM. | kg | 5.83 | R\$ 10.73 | R\$ 13.41 | R\$ 78.18 |
| 3.1.2.5 | 92873 | SINAPI | LANÇAMENTO COM USO DE BALDES, ADENSAMENTO E ACABAMENTO DE CONCRETO EM ESTRUTURAS. | M³ | 0.32 | R\$ 127.30 | R\$ 159.13 | R\$ 50.92 |
| SUB TOTAL 3.1.2 | | | | | | | R\$ 1,106.05 | |
| 3.1.3 | VIGA | | | | | | | |
| 3.1.3.1 | 97086 | SINAPI | FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FORMA PARA RADIER, EM MADEIRA SERRADA, 4 UTILIZAÇÕES. | M² | 6.90 | R\$ 68.67 | R\$ 85.84 | R\$ 592.30 |
| 3.1.3.2 | 94965 | SINAPI | CONCRETO FCK = 25MPA, TRAÇO 1:2,3:2,7 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_07/2016 | M³ | 0.52 | R\$ 333.37 | R\$ 416.71 | R\$ 216.69 |
| 3.1.3.3 | 92777 | SINAPI | ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,0 MM - MONTAGEM. | kg | 23.70 | R\$ 9.02 | R\$ 11.28 | R\$ 267.34 |
| 3.1.3.4 | 92775 | SINAPI | ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM. | kg | 8.10 | R\$ 10.73 | R\$ 13.41 | R\$ 108.62 |
| 3.1.3.5 | 92873 | SINAPI | LANÇAMENTO COM USO DE BALDES, ADENSAMENTO E ACABAMENTO DE CONCRETO EM ESTRUTURAS. | M³ | 0.52 | R\$ 127.30 | R\$ 159.13 | R\$ 82.75 |
| SUB TOTAL 3.1.3 | | | | | | | R\$ 1,267.69 | |
| 3.1.4 | LAJE | | | | | | | |
| 3.1.4.1 | 97086 | SINAPI | FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FORMA PARA RADIER, EM MADEIRA SERRADA, 4 UTILIZAÇÕES. | M² | 14.18 | R\$ 68.67 | R\$ 85.84 | R\$ 1,217.21 |
| 3.1.4.2 | 94965 | SINAPI | CONCRETO FCK = 25MPA, TRAÇO 1:2,3:2,7 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_07/2016 | M³ | 1.17 | R\$ 333.37 | R\$ 416.71 | R\$ 487.55 |
| 3.1.4.3 | 92777 | SINAPI | ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,0 MM - MONTAGEM. | kg | 67.71 | R\$ 9.02 | R\$ 11.28 | R\$ 763.77 |
| 3.1.4.4 | 92778 | SINAPI | ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10,0 MM - MONTAGEM. | kg | 2.13 | R\$ 7.34 | R\$ 9.18 | R\$ 19.55 |

| | | | | | | | | |
|--|------------|---------|--|-----|--------|--------------|------------------------|----------------------|
| 3.1.4.5 | 92873 | SINAPI | LANÇAMENTO COM USO DE BALDES, ADENSAMENTO E ACABAMENTO DE CONCRETO EM ESTRUTURAS. | M³ | 1.17 | R\$ 127.30 | R\$ 159.13 | R\$ 186.18 |
| | | | | | | | SUB TOTAL 3.1.4 | R\$ 2,674.27 |
| 3.1.5 APÓIO PARA CONSUNTO MOTOR-BOMBA | | | | | | | | |
| 3.1.5.1 | 87471 | SINAPI | ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA VERTICAL DE 9X19X39CM (ESPESSURA 9CM) DE PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MENOR QUE 6M² SEM VÃOS E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. | M² | 5.33 | R\$ 34.86 | R\$ 43.58 | R\$ 232.28 |
| | | | | | | | SUB TOTAL 3.1.5 | R\$ 418.46 |
| 3.1.7 IMPERMEABILIZAÇÃO | | | | | | | | |
| 3.1.7.1 | 5968 | SINAPI | IMPERMEABILIZACAO DE SUPERFICIE COM ARGAMASSA DE CIMENTO E AREIA (MEDIA), TRACO 1:3, COM ADITIVO IMPERMEABILIZANTE, E=2CM. | M² | 51.51 | R\$ 32.30 | R\$ 40.38 | R\$ 2,079.97 |
| | | | | | | | SUB TOTAL 3.1.7 | R\$ 2,079.97 |
| | | | | | | | TOTAL ITEM 3.0 | R\$ 14,115.13 |
| 4.0 CAIXA D'ÁGUA ELEVADA | | | | | | | | |
| 4.1 | COMP. | PROPRIA | BASE PARA CAIXA D'ÁGUA METÁLICA ATÉ 20.000 L - FORNECIMENTO DE MÃO-DE-OBRA E MATERIAL | UND | 1.00 | R\$ 815.50 | R\$ 1,019.38 | R\$ 1,019.38 |
| 4.2 | COMP. | PROPRIA | CAIXA D'ÁGUA METÁLICA EM TAÇA COM COLUNA CHEIA 15.000 LITROS SEM BASE - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO | UND | 1.00 | R\$ 9,607.00 | R\$ 12,008.75 | R\$ 12,008.75 |
| 4.3 | COMP. | PROPRIA | CONJUNTO MOTOR-BOMBA MONOFÁSICO BIPARTIDA POTENCIA DE 0,5 CV - FORNECIMENTO DE MÃO-DE-OBRA E INSTALAÇÃO | UND | 1.00 | R\$ 1,325.00 | R\$ 1,656.25 | R\$ 1,656.25 |
| | | | | | | | TOTAL ITEM 4.0 | R\$ 14,684.38 |
| 5.0 DIVERSOS | | | | | | | | |
| 5.1 | 83449 | SINAPI | CAIXA DE PASSAGEM 60X60X70 FUNDO BRITA COM TAMPA | UND | 12.00 | R\$ 297.00 | R\$ 371.25 | R\$ 4,455.00 |
| 5.2 | 89580 | SINAPI | TUBO PVC, SÉRIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 100 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM CONDUTORES VERTICAIS DE ÁGUAS PLUVIAIS. | M | 75.00 | R\$ 41.83 | R\$ 52.29 | R\$ 3,921.75 |
| 5.3 | 73606 | SINAPI | ASSENTAMENTO DE TAMPAO DE FERRO FUNDIDO 900 MM | UND | 2.00 | R\$ 100.56 | R\$ 125.70 | R\$ 251.40 |
| | 89529 | SINAPI | JOELHO 90 GRAUS, PVC, SERIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 100 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE ENCAMINHAMENTO. AF_12/2014 | UND | 17.00 | R\$ 25.28 | R\$ 31.60 | R\$ 537.20 |
| | | | | | | | TOTAL ITEM 5.0 | R\$ 9,165.35 |
| 6.0 FINAL DE OBRA | | | | | | | | |
| 6.1 | 9537 | SINAPI | LIMPEZA FINAL DA OBRA | M² | 100.00 | R\$ 1.79 | R\$ 2.24 | R\$ 224.00 |
| 6.3 | COMPOSIÇÃO | PRÓPRIO | CARGA MANUAL DE ENTULHO INCLUSIVE CAÇAMBA (CONTAINER) DE 5 M3 | UND | 2.00 | R\$ 165.34 | R\$ 206.68 | R\$ 413.36 |
| 6.7 | 94990 | SINAPI | EXECUÇÃO DE PASSEIO (CALÇADA) OU PISO DE CONCRETO COM CONCRETO MOLDADO IN LOCO, FEITO EM OBRA, ACABAMENTO CONVENCIONAL, NÃO ARMADO. | M³ | 0.32 | R\$ 523.43 | R\$ 654.29 | R\$ 209.37 |
| | | | | | | | TOTAL ITEM 6.0 | R\$ 846.73 |
| | | | | | | | TOTAL GERAL | R\$ 40,015.69 |

Informações Adotadas

| | |
|----------------------------------|----------|
| Material PVC | 130 |
| Rendimento Bomba | 70% |
| Tempo de funcionamento diário da | 8 |
| Custo kWh | R\$ 0.51 |

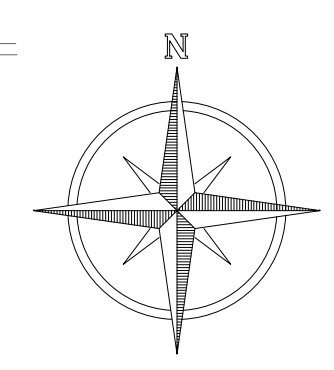
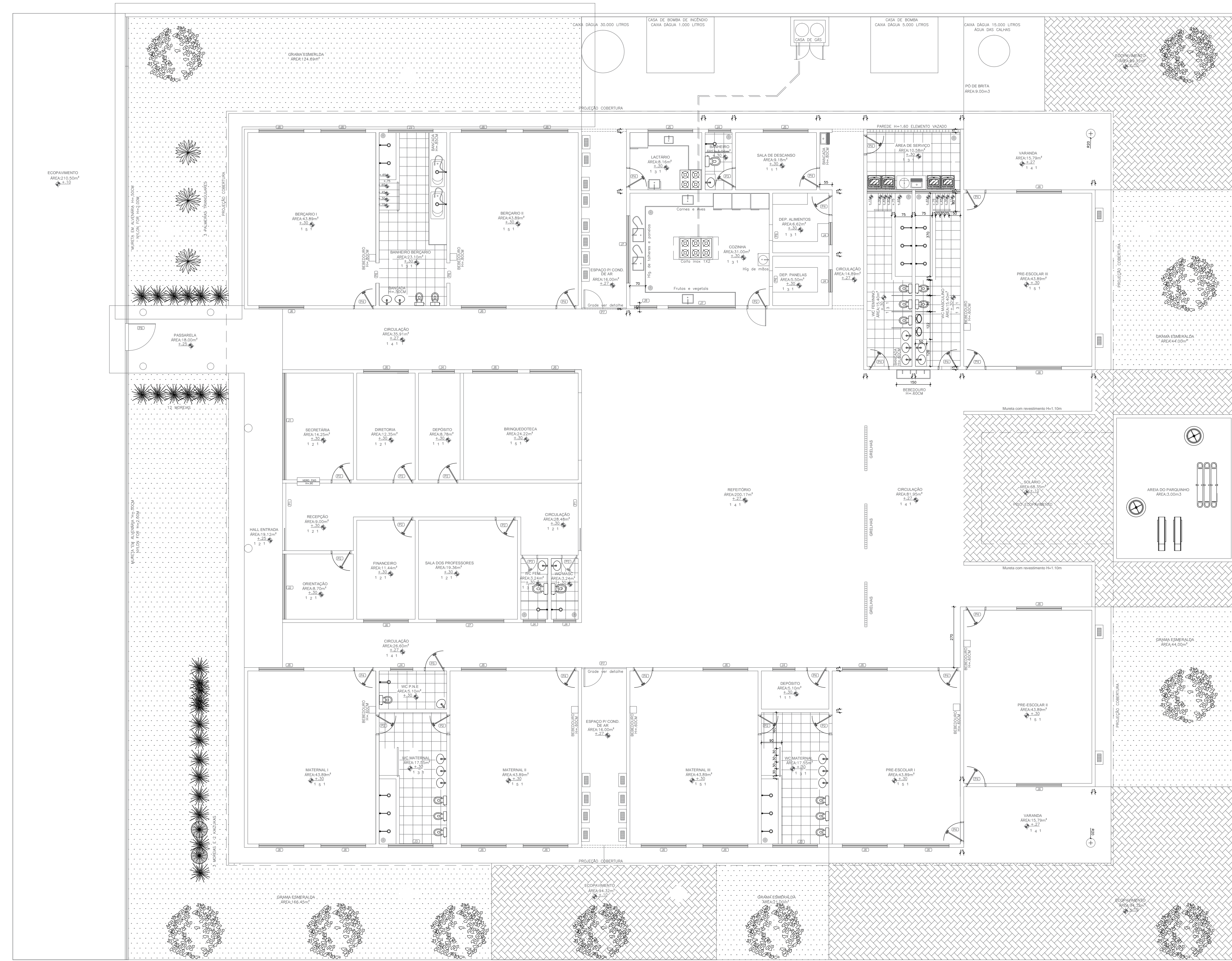
Tabela 01 - Bomba 01 (para EB-01)

Equação da continuidade $Q = a.v$

| Informações | Unidade | Quantidade |
|---------------------------|-------------------|------------|
| Vazão (Q) | m ³ /s | 0.003 |
| Velocidade (v) | m/s | 1.5 |
| Diâmetro calculado(d) | m | 0.050 |
| Diâmetro adotado sucção | mm | 40 |
| Diâmetro adotado recalque | mm | 32 |

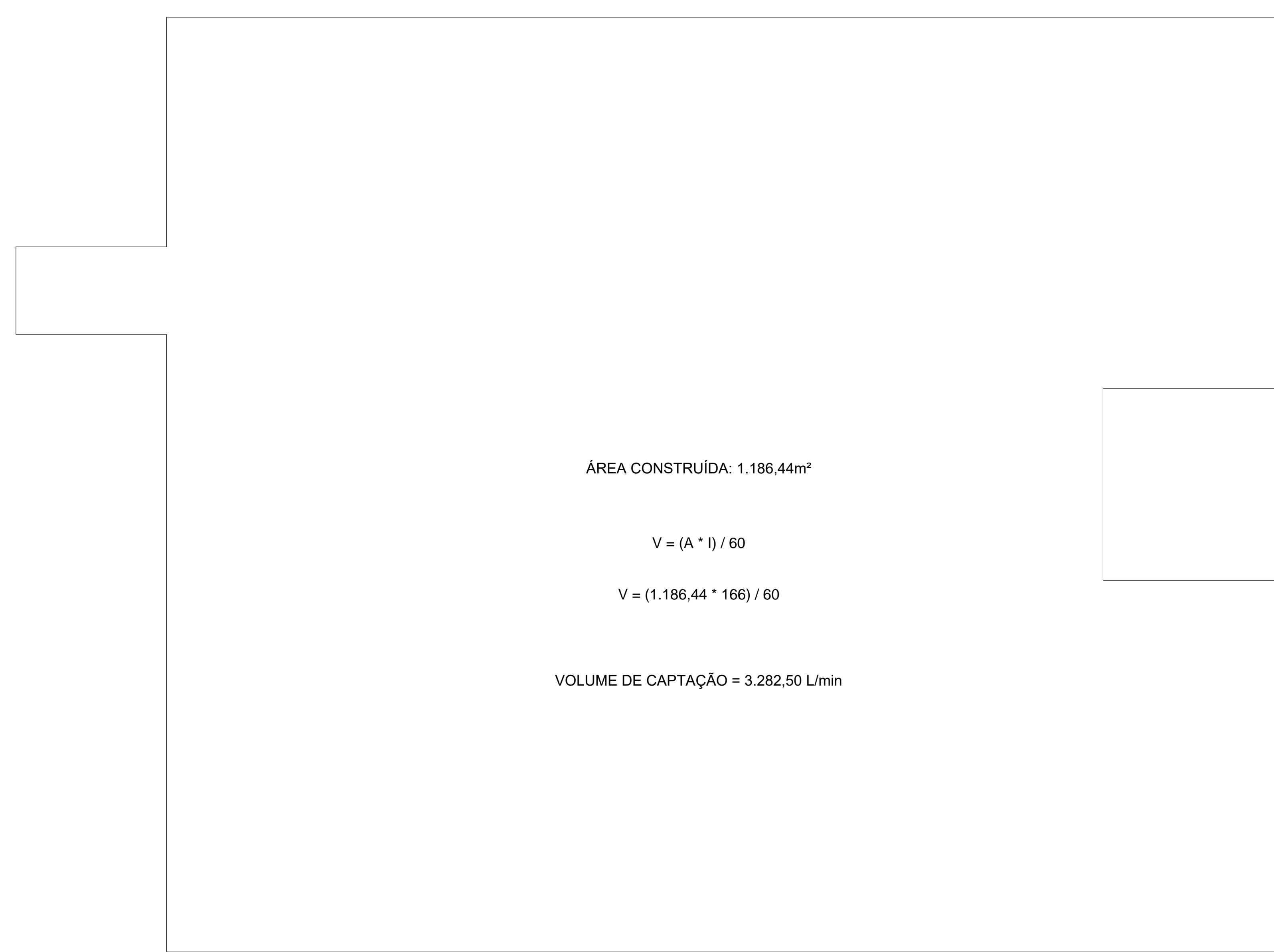
Perda de Carga

| Informações | Unidade | Quantidade |
|-------------------------|---------|------------|
| Sucção | m | 2 |
| Recalque | m | 10 |
| Perda de Carga | m | 5.243 |
| Altura Manométrica | m | 10 |
| Potência da bomba | CV | 0.5 |
| Custo de Energia Mensal | R\$ | 48.42 |



ESCALA PLANTA BAIXA 1:1000

ESCALA PLANTA DE COBERTURA 1:1000



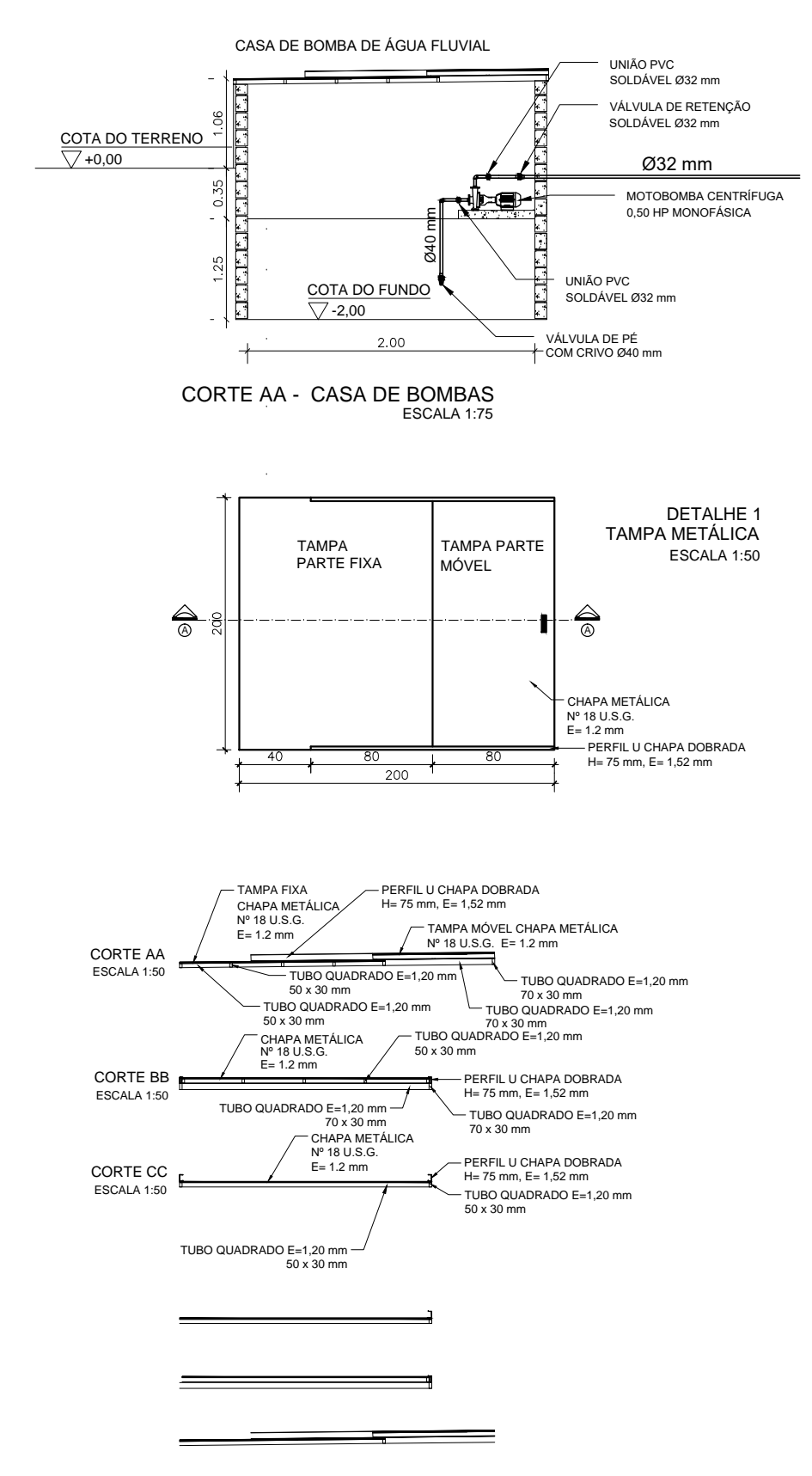
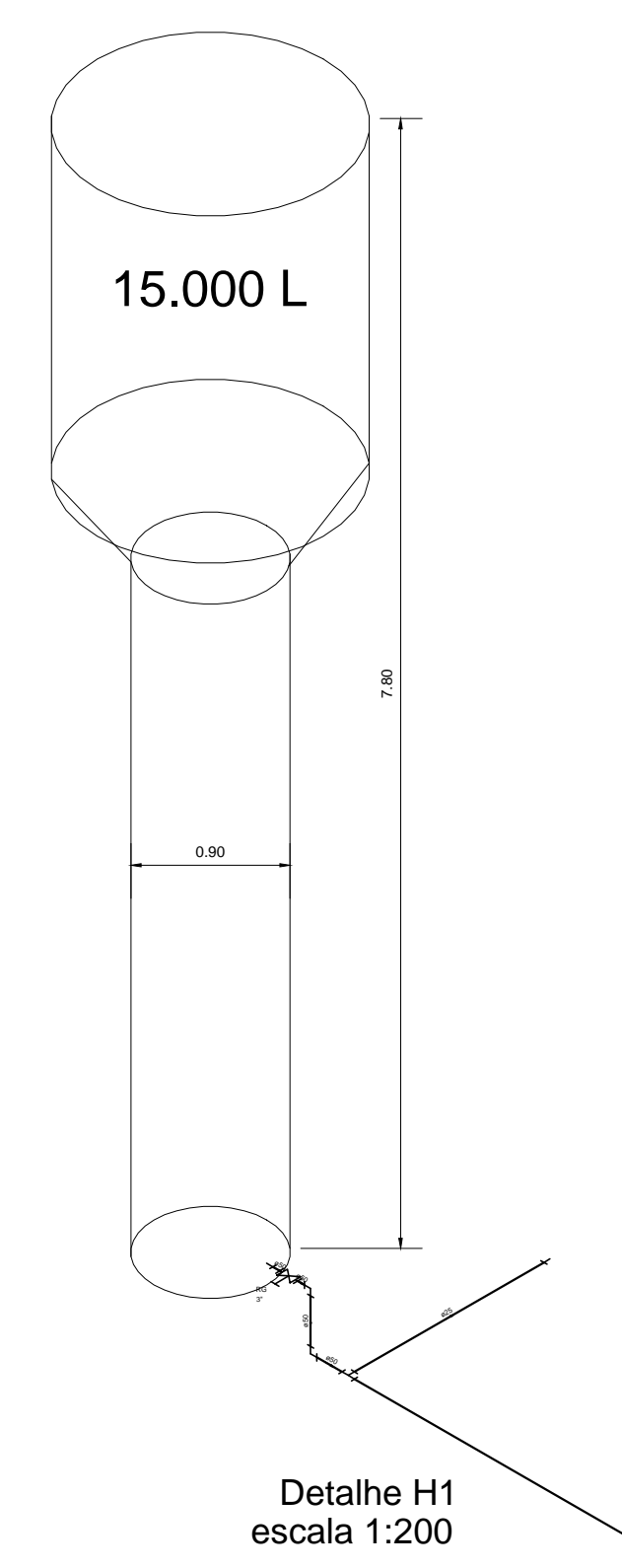
ÁREA CONSTRUÍDA: 1.186,44m²

$$V = (A \cdot l) / 60$$

$$V = (1.186,44 \cdot 166) / 60$$

VOLUME DE CAPTAÇÃO = 3.282,50 L/min

| Lista de Materiais | |
|--|----------|
| Metas | |
| Registo bruto de gaveta industrial em ferro fundido 6" | 2 ps |
| Registo bruto de gaveta industrial em ferro fundido 4" | 2 ps |
| Valvula de retenção 4" | 2 ps |
| Valvula de retenção 6" | 1 ps |
| Chivo 6" | 1 ps |
| PVC rígido rosqueável | |
| Adapt. 90° flange livre pl. ox. d'água 150 mm, 4" | 1 ps |
| Adapt. 90° curto obtusomoco p registo 150 mm, 4" | 4 ps |
| Janeiro 90° rosqueável 150 mm | 8 ps |
| 150 mm | 4 ps |
| Tubos 150 mm | 10.000 m |
| 150 mm | 3.200 m |
| Tubo rosqueável 150 mm | 16 ps |
| 150 mm | 2 ps |
| Contêgelo | |
| Reservatório Elevado | 1 und |
| Casa de Bomba de Água bruta | 1 und |
| Casa de Bomba de Água tratada | 1 und |
| ETA | 1 und |
| Estrado em aço | 1 und |
| Máquinas | |
| Bomba tríp. EP Água bruta | 2 und |
| Casa d'Água de 15.000 L | 1 und |



| | |
|---|------------------------------------|
| PREFEITURA | BOMBEIRO |
| <p>PROJETO: ARQUITETÔNICO FOLHA: 1/1</p> | |
| <p>OBRA: CONSTRUÇÃO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA FLUVIAL PARA REUTILIZAÇÃO NÃO POTÁVEL</p> | |
| <p>PROPRIETÁRIO: GABRIEL CESAR OLIVEIRA CURSINO</p> | |
| <p>CNPJ/CPF: 031.381.141-56</p> | |
| <p>LOCAL: ARSE 111 ALAMEDA 14-15, PLANO DIRETOR SUL - CMEI 111</p> | |
| ÁREAS | PROPRIETÁRIO |
| Terreno: 1.186,44m ² | CNPJ/CPF: _____ ASS: _____ |
| Construída: 1.186,44m ² | AUTOR DO PROJETO: _____ ASS: _____ |
| | ART: _____ ENGENHEIRA CIVIL |
| | RESP. TÉCNICO: _____ ASS: _____ |
| | ART: _____ ENGENHEIRA CIVIL |
| ESCALA: | DATA: |
| INDICADAS | ABRIL / 2019 |
| CONTEUDO: | ARQUIVO: |
| PLANTA BAIXA | PLANTA DE SITUAÇÃO |
| PLANTA DE LOCAÇÃO E COBERTURA | CORTE A-A |
| | TABELA DE ESPECIFICAÇÕES |

ESCALA PLANTA SITUAÇÃO 1:1000

