

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

GUSTAVO MOREIRA PAROLIN

**PROJETO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL PARA FINS NÃO POTÁVEIS
EM INSTITUIÇÃO DE ENSINO: ESTUDO DE CASO EM ENGENHEIRO
BELTRÃO - PR**

CAMPO MOURÃO

2022

GUSTAVO MOREIRA PAROLIN

**PROJETO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL PARA FINS NÃO POTÁVEIS
EM INSTITUIÇÃO DE ENSINO: ESTUDO DE CASO EM ENGENHEIRO
BELTRÃO - PR**

**RAINWATER CATCHMENT PROJECT FOR NON-DRINKING PURPOSES IN
AN EDUCATIONAL INSTITUTION: CASE STUDY IN ENSINO: ESTUDO DE
CASO EM ENGENHEIRO BELTRÃO - PR**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado à Disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do Curso Superior em Engenharia Civil do Departamento Acadêmico de Construção Civil – DACOC - da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, para obtenção do título de bacharel em engenharia civil.

Orientador: Profº Drº Helton Rogério Mazzer

CAMPO MOURÃO

2022



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

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

GUSTAVO MOREIRA PAROLIN

**PROJETO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL PARA FINS NÃO POTÁVEIS
EM INSTITUIÇÃO DE ENSINO: ESTUDO DE CASO EM ENGENHEIRO
BELTRÃO - PR**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado à Disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do Curso Superior em Engenharia Civil do Departamento Acadêmico de Construção Civil – DACOC - da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, para obtenção do título de bacharel em engenharia civil.

Orientador: Profº Drº Helton Rogério Mazzer

Data de aprovação: 09/Junho/2022

Helton Rogério Mazzer
Doutorado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Paula Cristina De Souza
Doutorado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Adalberto Luiz Rodrigues De Oliveira
Doutorado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

CAMPO MOURÃO

2022

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida

A minha mãe Cleonice, e ao meu pai Oliseu por sempre me apoiarem e auxiliarem nas minhas escolhas, pelo amor e carinho incondicional

Ao meu irmão Matheus, e minha irmã Jessíca por sempre estarem presentes em todos os momentos bons e ruins da minha vida

Aos meus amigos, por essa jornada incrível e pela experiência compartilhada no decorrer desses anos

A UTFPR e aos professores por toda estrutura e conhecimento passado que será levado para sempre

Ao meu orientador, Profº Drº Helton Rogério Mazzer pela amizade e apoio no decorrer de toda faculdade.

RESUMO

Sistemas de captação de água da chuva quando bem utilizados resultam em um menor consumo de água potável, e na diminuição do escoamento superficial, surgindo como uma alternativa extremamente viável e simples para o gerenciamento urbano de recursos hídricos. Nesse contexto, o trabalho objetivou realizar um projeto de captação de água da chuva na Escola Municipal Maria Aparecida Medeiros localizada em Engenheiro Beltrão. Primeiramente foram levantados os dados em relação à instituição e calculado a área de captação do bloco que será instalado o projeto, num segundo momento foi estudado o histórico de precipitação da cidade em um período de 31 anos (1990 a 2020), junto à estação meteorológica da bacia do Ivaí. Com base nesses dados, ocorreu o dimensionamento do reservatório aplicando o método prático inglês. Os resultados demonstraram a viabilidade da instalação do reservatório, devido à alta pluviosidade da cidade, economia no uso de água tratada e conscientização do reuso da água desde o âmbito escolar.

Palavras-chaves: reuso; dimensionamento de reservatório; água pluvial.

ABSTRACT

Systems to capture rainwater resources when properly used, and lower water consumption for management in reducing surface consumption, as a viable alternative for water consumption and simple water management. In this context, the work aimed to carry out a rainwater harvesting project at the Maria Aparecida Medeiros Municipal School located in Engenheiro Beltrão. The historical calculations of the city were built in relation to the institution and the calculations of the meteor catchment area 31 years built, in a second moment in a period from 1990 to the 2020 project), together with the 3-year period of the 2020 project), together with the 3-year period of the 2020 project. of the Ivaí basin. Based on these data, the sizing of the reservoir took place by applying the English practical method. The results of brought the feasibility of installing the reservoir, due to the high rainfall in the city, savings in the use of treated water and awareness of the use of water in the school environment.

Keywords: reuse; reservoir sizing; rainwater.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Ciclo hidrológico.....	15
Figura 2: Distribuição de água no globo	16
Figura 3: Distribuição de água no Brasil.....	17
Figura 4: Consumo médio de água no Brasil.....	18
Figura 5: Modelo de uso de água pluvial como torneira de jardim.....	20
Figura 6: Grade de proteção no início do condutor vertical.....	26
Figura 7: Filtro comercial 3P techpik.....	26
Figura 8: Reservatório de tubos.....	28
Figura 9: Uso do reservatório de tubo em um sistema de captação.....	28
Figura 10: Localização da cidade de Engenheiro Beltrão – Pr.....	29
Figura 11: Secretária da Escola.....	30
Figura 12: Bloco 3 e Bloco 1 da Escola.....	30
Figura 13: Quadra poliesportiva da Escola.....	31
Figura 14: Planta baixa da Escola.....	32
Figura 15: Totais mensais de precipitação em Engenheiro Beltrão de 1990 a 2020.....	33
Figura 16: Totais anuais de precipitação em Engenheiro Beltrão de 1990 a 2020.....	35
Figura 17: Área de contribuição do Bloco 3.....	36
Figura 18: Indicação dos termos para área de contribuição.....	37
Figura 19: Reservatório com capacidade de 10000 litros.....	40
Figura 20: Reservatório de tubos.....	42

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Consumo de água na Escola.....	43
--	-----------

LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

NBR – Norma Brasileira

PVC – Policloreto de Vinil

UN WATER – United Nations Water

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	OBJETIVOS.....	12
2.1	Objetivo geral.....	12
2.2	Objetivos específicos.....	12
3	JUSTIFICATIVA	13
4	REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
4.1	Ciclo hidrológico	14
4.2	Intensidades pluviométricas.....	15
4.3	Água no mundo	15
4.3.1	Água no Brasil.....	16
4.4	Usos de água no Brasil.....	17
4.5	Reuso de água no Brasil.....	18
4.6	Aproveitamento de água da chuva.....	19
4.7	Dimensionamento do reservatório.....	20
4.7.1	Método de Rippl.....	20
4.7.2	Método da simulação	21
4.7.3	Método Azevedo Neto	22
4.7.4	Método prático alemão	23
4.7.5	Método prático inglês.....	23
4.7.6	Método prático australiano.....	24
4.8	Remoção de materiais grosseiros.....	25
4.9	Descarte da primeira chuva ou “First-Flush”.....	27
5	METODOLOGIA.....	29
5.1	Caracterização da área de estudo.....	29
5.2	Séries pluviométricas.....	32
5.3	Cálculos iniciais.....	36
5.4	Dimensionamento e escolha da cisterna.....	38
5.5	Sistema de filtragem e descarte da primeira chuva.....	41
5.6	Instalação do Sistema de captação.....	42
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	43
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÃO.....	45
	REFERÊNCIAS.....	46

Apêndice A - Locação do reservatório.....	48
Apêndice B - Vista lateral do bloco 3.....	50
Apêndice C – Fatura da conta de água.....	52

1 INTRODUÇÃO

Existe uma grande preocupação de toda a sociedade em relação à conservação dos recursos naturais, dessa forma, a água em especial é um recurso vital insubstituível, sendo um importante fator de produção para diversas atividades, necessário para que ocorra crescimento econômico e tecnológico.

A importância sobre a discussão acerca da sustentabilidade hídrica se torna urgente, uma vez que a demanda de abastecimento público aumenta, devido ao crescimento populacional exponencial e pelas constantes mudanças do padrão de consumo.

Diante dessa preocupação, alternativas como: dessalinização da água do mar, reúso da água, e o aproveitamento de água da chuva aparecem como medidas para auxiliar no abastecimento de água não potável.

Nesse contexto, a água da chuva contribui tanto na diminuição do volume de água tratada consumida, como na economia da conta de abastecimento público dos usuários e também auxiliar no amortecimento do escoamento superficial atenuando enchentes devido ao volume da água retida para o armazenamento.

Considerando que, o consumo de água para fins não potáveis em edificações de ensino equivale a cerca de 65% do volume total utilizado, o trabalho tem como tema um estudo sobre a implantação de um sistema de aproveitamento da água da chuva para fins menos nobres em uma instituição de ensino.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Desenvolver um projeto de captação de água pluvial, para uso não potável na Escola Municipal Maria Aparecida Medeiros, na cidade Engenheiro Beltrão, Paraná.

2.2 Objetivos Específicos

- Analisar a precipitação pluviométrica da cidade.
- Digitalizar a planta da Escola atualizada.
- Avaliar o potencial de substituição de água potável.

3 JUSTIFICATIVA

A água é considerada o recurso natural mais importante para a manutenção da vida na terra, sendo usada em diversas atividades humanas, como por exemplo, comerciais, agrícolas e industriais. No entanto, com o recorrente aumento da população mundial, (segundo a ONU, a população mundial em 1950 era 2,6 bilhões de pessoas e em 2021 ultrapassa 7,87 bilhões de pessoas), a demanda pelo recurso hídrico cresceu aumentando os problemas de escassez. Neste cenário o desenvolvimento de ações e práticas de uso adequado da água e o seu reaproveitamento, se torna essencial.

Dentre essas práticas o aproveitamento da água de chuva vem a ser um método simples, mas eficaz. Vale ressaltar, que a água de chuva, é usada para fins não potáveis, ou seja, lavagem de calçadas, veículos, descarga de aparelho sanitário, irrigação de hortas e jardins, etc. Nesse contexto, a substituição de água potável por água de chuva nessas atividades gera uma economia tanto hídrica como financeira.

Segundo Miller (2006) O reuso de água pode trazer benefícios econômicos, sociais e ambientais para as comunidades em que se insere, sendo uma alternativa sustentável para o aumento da oferta de água.

Com base nessas informações o presente trabalho busca contribuir com a adoção de medidas que levem a conservação de recursos hídricos enfatizando ações de conscientização ambiental com a comunidade escolar, visando contribuir com o uso racional da água.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 Ciclo Hidrológico

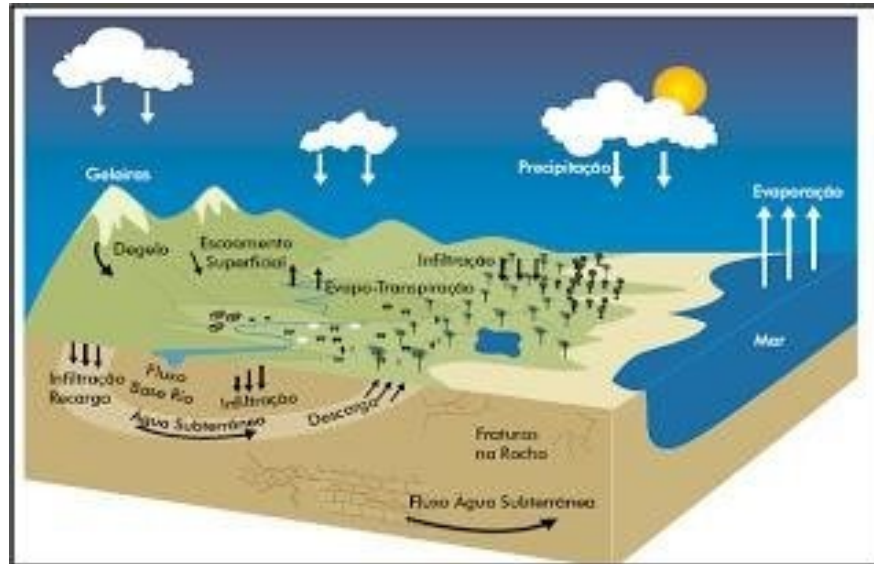
É o fenômeno global de circulação fechada da água entre a superfície terrestre e a atmosfera, impulsionado fundamentalmente pela energia solar associada à gravidade e à rotação terrestre. (Fonseca, 2006).

A água é, portanto, constituída de moléculas que se atraem pela força de coesão. Essas moléculas no estado líquido estão em constante movimentação, movendo-se verticalmente no sentido da atmosfera terrestre e horizontalmente no sentido da superfície terrestre. Essa agitação molecular é proporcional à energia ou à temperatura da água. Se a temperatura aumentar, as moléculas mais agitadas da superfície tendem a escapar da massa líquida e ficar livres na atmosfera, em estado gasoso. Se a temperatura da água líquida diminuir, a movimentação das moléculas também diminui. Se chegar a zero grau centígrado, as moléculas serão fixadas e a água solidificará, formando o gelo. (Miranda, 2010).

Segundo Feitosa (2018), o Ciclo hidrológico é um sistema pelo qual a natureza faz a água circular do oceano para a atmosfera e daí para os continentes, de onde retorna, superficial ou subterraneamente, ao oceano. Esse ciclo é governado no solo e subsolo pela ação da gravidade, bem como pelo tipo e pela densidade de cobertura vegetal; e a atmosfera e superfícies líquidas (rios, lagos, mares e oceanos), pelos elementos e fatores climáticos, como, por exemplo, temperatura do ar, ventos, umidade relativa do ar e insolação, que são os responsáveis pelos processos de circulação da água dos oceanos para a atmosfera em uma dada latitude terrestre.

Para Dionísio (2004), a água passa do globo terrestre para a atmosfera, na fase gasosa, e posteriormente regressa, na forma líquida e sólida, através da precipitação. Podendo ser uma precipitação na fase líquida (chuva), ou na fase sólida (gelo e neve). Vale ressaltar que em todas essas transformações e processos fazem com que a quantidade de água na terra permaneça constante.

Figura 01. Ciclo Hidrológico



Fonte: <https://amaralaguas.com.br/noticia/16/ciclo-da-agua-ciclo-hidrologico>(2018, p.2)

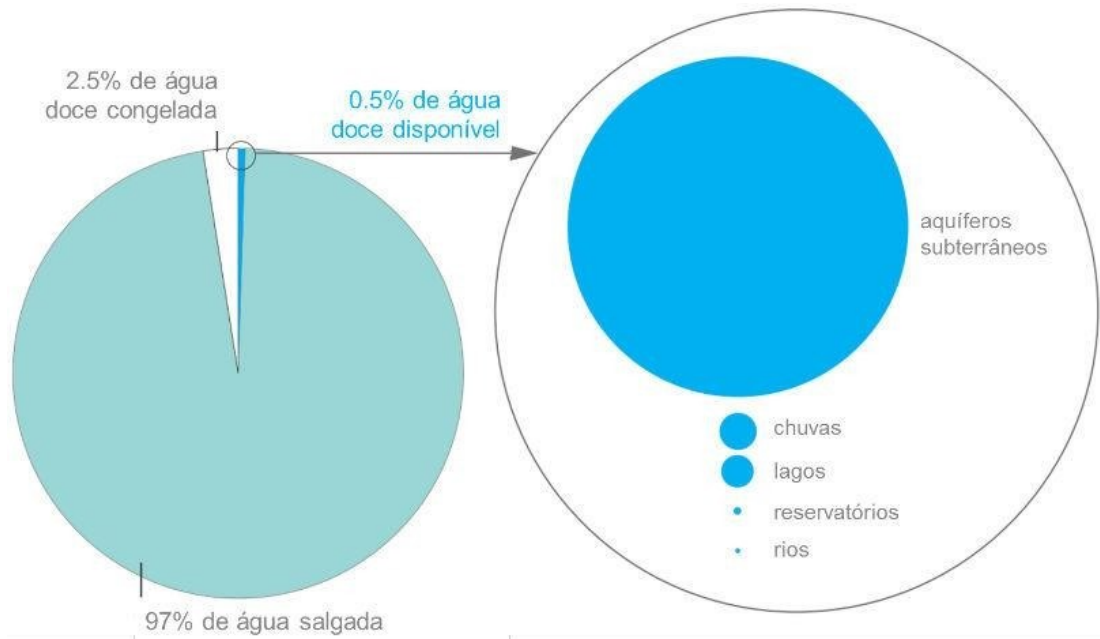
4.2 Intensidades pluviométricas

Dentro de um projeto de captação de água da chuva a viabilidade da implantação está ligado, principalmente, as intensidades pluviométricas visto que ela define a quantidade de água que pode ser aproveitada, junto com fatores como: área de captação e volume do reservatório.

4.3 Água no mundo

Segundo o site da UN WATER (2006), a água é um recurso abundante e renovável que ocupa cerca de 70% da superfície do planeta terra, entretanto 97% dessa água é salgada o que implica ser imprópria para o consumo humano. Os outros 3% são de água doce, onde 2,5% estão congelados nas geleiras e apenas 0,5% disponíveis ao consumo humano, como observado na figura 02.

Figura 02. Distribuição de água no globo.



Fonte: UN Water (2006, p.1)

Dentre essa distribuição, grande parte se encontra nos aquíferos subterrâneos, exigindo processos para o seu uso.

4.3.1 Água no Brasil

Segundo site da Agência Nacional de Água (ANA, 2010), o nosso país possui cerca de 12% da água doce mundial, entretanto o grande problema em relação à escassez é a má distribuição do recurso hídrico pelo território nacional, visto que a Amazônia tem a menor concentração populacional e concentra 68% da água doce superficial, enquanto o Sudeste, com a maior concentração, apenas 6% desse recurso.

Figura 03. Distribuição de água no Brasil.

Região	Densidade demográfica (hab/km²)	Concentração dos recursos hídricos do país
Norte	4,12	68,5%
Nordeste	34,15	3,3%
Centro-Oeste	8,75	15,7%
Sudeste	86,92	6%
Sul	48,58	6,5%

Fonte: ANA (2010, p.2).

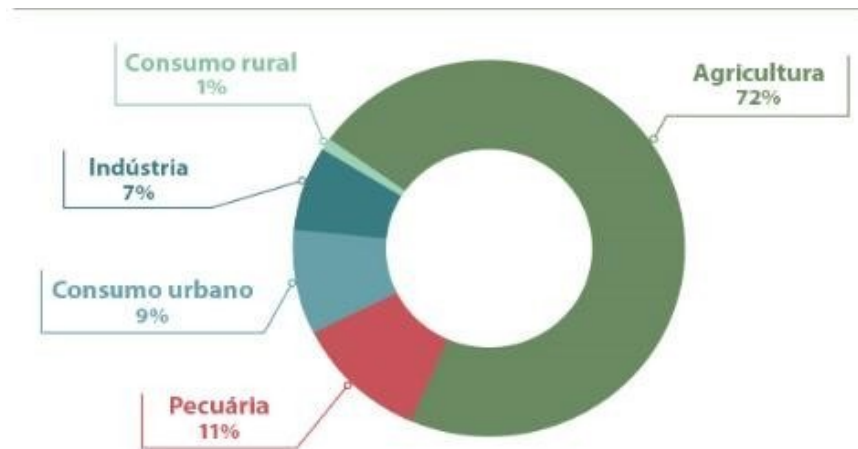
Nesse contexto, somente cerca de 6,5% de água é localizado na região sul, enfatizando a necessidade de uso racional e formas de reaproveitamento da mesma.

4.4 Usos de água no Brasil

De acordo com Oliveira (2017) no Brasil, 72% da vazão utilizada no país é destinada para a agricultura, grande parte para as culturas irrigadas. 11% levadas para o consumo animal, 9% no abastecimento urbano, 7% para o uso industrial e apenas 1% para abastecimento humano rural, como demonstra a figura 4.

Com dados da ANA, a água no país é utilizada principalmente para irrigação, abastecimento, fins industriais, geração de energia, mineração, aquicultura, navegação, turismo e lazer. Cada uso tem particularidades ligadas à quantidade ou à qualidade da água, e altera as condições naturais das águas superficiais e subterrâneas.

Figura 04 – Consumo médio de água no Brasil



Fonte: Oliveira (2017, p.2).

4.5 Reuso de água no Brasil

Marengo (2005) ressalta que no Brasil a água de reuso está sendo aplicada em diversas atividades não potáveis, como na agricultura, na irrigação paisagística, na limpeza urbana, na lavagem de veículos e em sanitários nos *shopping centers*. Em 2014, foram retomadas as discussões no Sudeste sobre a utilização da água de reuso por conta da crise de abastecimento no Sistema Cantareira em São Paulo, provocada pela estiagem de chuvas, já que havia a possibilidade de tornar a água de reuso distribuível para o consumo humano.

Castilho (2018) enfatiza o fato de que o país tem potencial para se tornar referência na temática, posto que é uma nação cujo maior poder econômico é a agricultura, onde possui um grande potencial hídrico a ser preservado e com grande pressão de uso por recursos hídricos no meio urbano. Essa questão sobre a percepção e a mudança de paradigma para tornar a água de reuso uma realidade para contribuir na gestão dos recursos hídricos é primordial, sendo uma alternativa importante com base no crescimento populacional recorrente do país.

Em relação a água de reuso no Brasil a ABNT n° 13.969 de 1997 classifica a água de reuso como sua forma de reaproveitamento, ou seja:

Reuso local: esgoto de origem doméstica, em geral seus fins são para uso de qualidade não potável, tais quais, irrigação de jardins, lavagens de pisos e calçadas,

descargas e aparelhos sanitários e dependendo do nível de retirada dos poluentes até lavagens de veículos.

Reuso direto: são relacionados aos efluentes que após serem tratados já são destinados ao reuso de forma previamente planejada.

Reuso indireto: são os efluentes, sejam tratados ou não, que são descarregados nos corpos superficiais ou subterrâneos.

4.6 Aproveitamento de água da chuva

O aproveitamento de água pluvial precipitada nas residências do meio urbano se enquadra nessa categoria. Essa tecnologia vem crescendo e dando ênfase à conservação da água. (TOMAZ, 2003).

Diferentes setores da sociedade passam a ver o uso da água da chuva como rentável. Assim, indústrias, instituições de ensino, estádios, e até mesmo estabelecimentos comerciais como empresas de lavagem de carros, empresas de ônibus, supermercados, empresas de limpeza pública, buscam utilizar água da chuva visando o retorno na economia de água consumida, e ainda no apelo de 'marketing', uma vez que estas práticas se inserem nos conceitos de empresas com responsabilidade social e ambiental ou ecológicas (THOMAZ, 2000).

Existem vários aspectos positivos no uso de sistemas de aproveitamento de água pluvial, já que os mesmos possibilitam reduzir o consumo de água potável dessa forma diminuem os custos de água fornecida, ajudando a minimizar os riscos de enchentes e preservar o meio ambiente reduzindo a escassez de recursos hídricos (MAY, 2004).

Segundo Simione (2004) Dentro os aspectos positivos vale ressaltar, o baixo impacto ambiental, fácil manutenção, baixos custos de operação e manutenção e a utilização de estruturas já existentes. Por outro lado, existe a possível rejeição cultural, e o custo mais alto quando comparado com outras fontes.

Figura 05- Modelo de uso de agua pluvial como torneira de jardim.



Fonte: acquasave.com.br (2018, p.1).

4.7 Dimensionamento do reservatório

Segundo a NBR 15527, referente ao aproveitamento de água da chuva, é indicado os seguintes métodos para o cálculo do dimensionamento dos reservatórios.

4.7.1 Método de Rippl

A aplicação desse método se refere ao uso de series históricas de precipitação, ou seja, necessita de um estudo prévio sobre os registros pluviométricos, podendo ser mensais ou diárias, quando se busca maior exatidão.

Outro parâmetro é o coeficiente de *runoff*, que varia de acordo com a cobertura da edificação e exprime a quantidade de volume escoado de acordo com a precipitação pluviométrica.

Dessa maneira, o volume final do reservatório é obtido pelo somatório dos

valores positivos de volume de água no reservatório encontrados, desconsiderando os negativos. A seguir as equações para o cálculo:

$$S(t) = D(t) - Q(t) \quad \text{Equação (1)}$$

$$Q(t) = C \times P(t) \times A \quad \text{Equação (1.1)}$$

$$V = \sum S(t), \text{ com valores de } S(t) > 0 \quad \text{Equação (1.2)}$$

Onde $\sum D(t) < \sum Q(t)$

Onde:

$S(t)$ é o volume de água no reservatório no tempo t ;

$Q(t)$ é o volume de chuva aproveitável no tempo t ;

$D(t)$ é a demanda ou consumo no tempo t ;

V é o volume do reservatório;

C é o coeficiente de escoamento superficial (*runoff*);

$P(t)$ é o valor de precipitação da chuva no tempo t ;

A é a área de captação.

4.7.2 Método da simulação

Neste método a evaporação da água não deve ser levada em conta. Para um determinado mês, aplica-se a equação da continuidade a um reservatório finito. (ABNT, 2007)

Dessa forma, ocorre o balanceamento hídrico, é definido um valor para o volume do reservatório, e mensalmente verifica as entradas e saídas de água, em cima disso o método é aplicado. Para o cálculo usa se:

$$S(t) = Q(t) + S(t-1) - D(t), \text{ sendo que } : 0 \leq S(t) \leq V \quad \text{Equação (1.3)}$$

$$Q(t) = C \times P(t) \times A \quad \text{Equação (1.4)}$$

Onde:

$S(t)$ é o volume de água no reservatório no tempo t ;

$S(t-1)$ é o volume de água no reservatório no tempo $t - 1$;

$Q(t)$ é o volume de chuva no tempo t ;

$D(t)$ é o consumo ou demanda no tempo t ;

V é o volume do reservatório fixado;

C é o coeficiente de escoamento superficial (*runoff*);

$P(t)$ é o valor de precipitação da chuva no tempo t ;

A é a área de captação.

4.7.3 Método Azevedo Neto

O método Azevedo Neto, relaciona a capacidade de armazenamento do reservatório com a quantidade de meses com seca ou pouca chuva (ABNT, 2007), independente da demanda e multiplicando com um fator de 4,2% os meses com pouca chuva, a pluviosidade e a área.

$$V = 0,042 \times P \times A \times T \quad \text{Equação (1.5)}$$

Onde:

V é o volume de água aproveitável e o volume de água do reservatório(L);

P é a precipitação média anual (mm);

T é o número de meses de pouca chuva ou seca;

A é a área de coleta (m²).

4.7.4 Método prático alemão

Define o volume do reservatório como sendo igual ao menor dos valores entre 6% do volume de água de chuva aproveitada anualmente e 6% da demanda de água anual não potável (ABNT, 2007)

$$V_{\text{adotado}} = \text{mín}(V; D) \times 0,06 \quad \text{Equação (1.6)}$$

Onde:

V é o volume aproveitável de água de chuva anual (L);

D é a demanda anual da água não potável (L);

Vadotado é o volume de água do reservatório (L).

4.7.5 Método prático inglês

O método prático inglês baseia-se na precipitação média anual e independe da Demanda, (ABNT, 2007).

$$V = 0,05 \times P \times A \quad \text{Equação (1.7)}$$

Onde:

P é a precipitação média anual (mm);

A é a área de coleta (m²);

V é o volume de água aproveitável e o volume de água da cisterna (L).

4.7.6 Método prático australiano

O método prático australiano analisa a precipitação mensal, sendo considerado que são perdidos 2mm por conta da evaporação e pela água que molha as superfícies (ABNT, 2007).

$$Q(t) = A \times C \times (P(t) - I) \quad \text{Equação (1.8)}$$

Onde:

$Q(t)$ é o volume mensal produzido pela chuva no mês t ;

A é a área de coleta;

C é o coeficiente de escoamento superficial (*runoff*);

$P(t)$ é a precipitação média no mês t ;

I é a interceptação da água que molha as superfícies e perdas por evaporação.

$$V(t) = V(t-1) + Q(t) - D(t) \quad \text{Equação (1.9)}$$

Onde:

$Q(t)$ é o volume mensal produzido pela chuva no mês t ;

$V(t)$ é o volume de água que está no tanque no fim do mês t ;

$V(t-1)$ é o volume de água que está no tanque no início do mês t ;

$D(t)$ é a demanda no mês t ;

$$\text{Quando } (V(t-1) + Q(t) - D) < 0, \text{ então o } V(t) = 0 \quad \text{Equação (2)}$$

Onde:

$V(t-1)$ é o volume de água que está no tanque no início do mês t ; $Q(t)$ é o volume mensal produzido pela chuva no mês t ;

$D(t)$ é a demanda no mês t ;

$V(t)$ é o volume de água que está no tanque no fim do mês t ;

$$Pr = Nr / N \quad \text{Equação (2.1)}$$

Onde:

Pr é a falha;

Nr é o número de meses em que o reservatório não atendeu à demanda, isto é, $V(t) = 0$;

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

$$\text{Confiança} = (1 - Pr) \quad \text{Equação (2.2)}$$

Onde:

Pr é a falha.

A norma recomenda, ainda, que os valores de confiança estejam entre 90 % e 99 %.

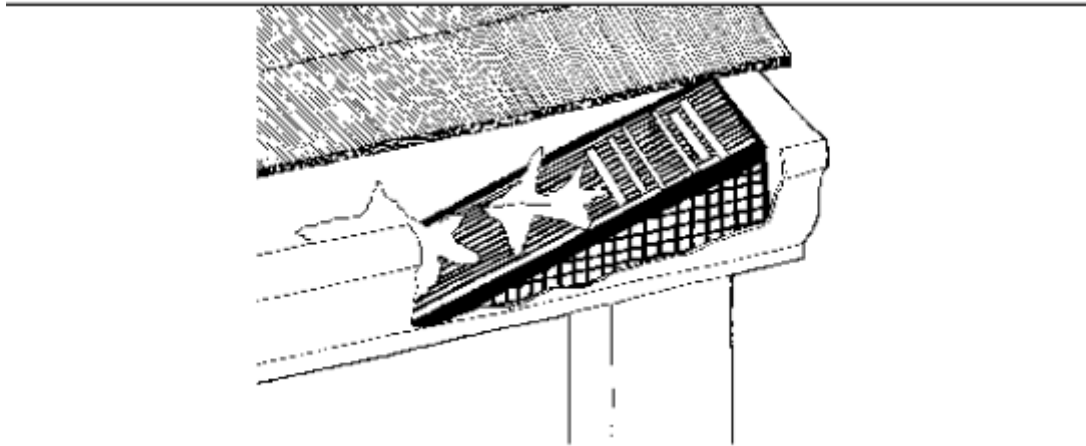
4.8 Remoção de materiais grosseiros

Deve ser feita instalações de dispositivos com a finalidade de evitar a entrada de folhas, gravetos ou materiais grosseiros na cisterna. Esses materiais prejudicam a qualidade e podem obstruir o fluxo de água bem como ser fonte de microorganismos.

Para essa limpeza podem ser utilizados grades ou telas de nylon, em geral, utilizado junto com um dispositivo de descarte sólido, para maior eficiência.

Segundo Fendrich (2002) Os filtros comerciais, que se encontram de diversos tipos, devem ser de materiais que não enferrujem evitando assim que a qualidade da água seja alterada. As telas e grelhas devem possuir malhas que não sejam muito finas, para evitar entupimentos ou então que a limpeza possa ser realizada sem maiores dificuldades.

Figura 06. Grade de proteção no início do condutor vertical.



Fonte: WATERFALL (2002, p.1).

A figura 6, demonstra um modelo de remoção dos sólidos, através de uma grade de proteção metálica no final da calha,ou, início do condutor vertical.

Figura 07. Filtro comercial 3P Technik.



Fonte: BELLA CALHA (2007, p.1).

A figura 07 ilustra um filtro de descarte de sólidos disponível no mercado, onde a sujeira é separada por uma malha filtrante, e é encaminhada diretamente para a coleta em algum recipiente.

4.9 Descarte da primeira chuva ou “First-Flush”

O reservatório ou dispositivo de descarte é responsável para eliminar o escoamento inicial, ou seja, a água de lavagem do telhado, influenciando diretamente na qualidade da água que chega na cisterna

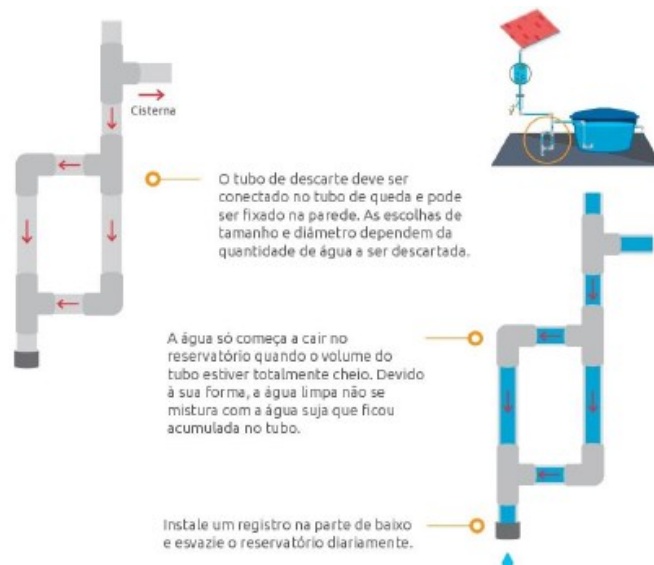
Existem muitos dispositivos que exercem essa função, podendo ser automáticos ou manuais, sejam conectados como derivações verticais de tubulação de PVC, ou até acionados por boias.

A NBR 15527:07 (ABNT, 2007) recomenda, na falta de dados, o descarte de 2 mm da precipitação inicial. Descartes menores podem ser praticados, entretanto ocorre maior possibilidade de acúmulo de material no fundo da cisterna o que ocasiona maior frequência de limpeza. Sendo assim, toda a água da chuva pode ser coletada diretamente na cisterna e esta funcionar como um sistema de sedimentação. Entretanto, a água armazenada pode ter menor qualidade, o que, dependendo do tipo de uso, não será um fator limitante.

Para a quantidade de água da chuva a ser descartada, com o intuito de minimizar os cálculos, pode ser feita uma simplificação como sendo o comprimento multiplicado pela largura, descartando a inclinação do telhado. Dessa forma para cada m^2 é necessário descartar 1 litro de água.

Entre os dispositivos de descarte da primeira chuva, fica em destaque o reservatório de tubos, onde a água só começa a cair no reservatório quando o volume dos tubos estiver totalmente cheio.

Figura 08. Reservatório de tubos.



Fonte: Manual para captação emergencial e uso doméstico de água de chuva (2015, p.15).

Esse sistema é muito utilizado em cisternas, devido a facilidade de implantação e baixo custo de investimento.

Figura 09. Uso do reservatório de tubos em um sistema de captação.



Fonte: Júlio Palhares (2016, p.1).

5 METODOLOGIA

5.1 Caracterização da área de estudo

O município de Engenheiro Beltrão conta com uma população de 14.314 habitantes, segundo o IBGE 2017, estando localizado a uma altitude de 520m em relação ao nível do mar e latitude de 23°47'49" sul e longitude 52°16'08" oeste.

Localizado na região central do Paraná, ligeiramente deslocado para o noroeste, com cerca de 450km de distância da capital do estado.

Figura 10. Localização da cidade de Engenheiro Beltrão – PR.



Fonte: FileParana_MesoMicroMunicip.svg (2015, p.1).

Nesse contexto, o trabalho foi realizado para uma das instalações da Escola Municipal Maria Aparecida Medeiros, situada na Rua Rocha Pombo, 143, centro, no município de Engenheiro Beltrão: a escola oferece o ensino fundamental, possuindo 21 professores da área da educação e 10 funcionários responsáveis pela área da limpeza e cozinha, com 371 alunos que estudam dividindo entre os turnos matutino e vespertino.

Figura 11. Secretária da Escola.



Fonte: Autoria própria (2022).

Figura 12. Bloco 3 e Bloco 1 da Escola.



Fonte: Autoria própria (2022).

Figura 13. Quadra poliesportiva da Escola.

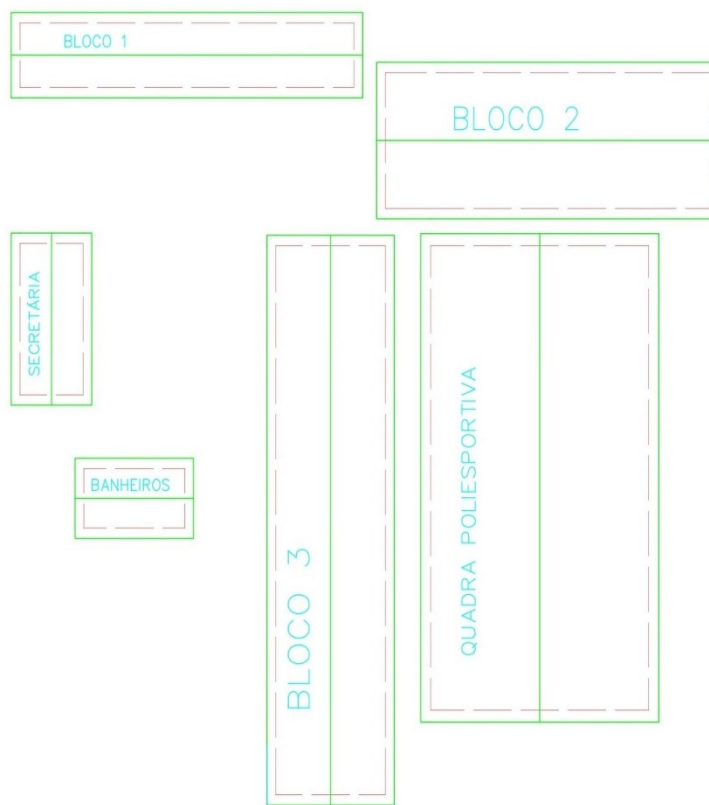


Fonte: Autoria própria (2022).

Inicialmente foram levantados alguns dados em relação à Escola Municipal Maria Aparecida Medeiros, como consumo de água e os projetos da Escola, devido à realização de algumas reformas, o projeto encontrava-se desatualizado, dessa maneira foi feito a medição das instalações manualmente e com o auxílio da ferramenta CAD, foi esboçado uma planta baixa atualizada do mesmo, vale ressaltar que todas as medidas foram tomadas in loco.

A figura 14, ilustra a disposição dos blocos pela instituição, bem como, a secretária, o banheiro e a quadra poliesportiva.

Figura 14. Planta baixa da Escola.



Fonte: Autoria própria (2022).

A escola pode ser dividida em 3 blocos de salas de aulas, sendo eles o bloco 1, bloco 2 e bloco 3, uma quadra poliesportiva, banheiros e secretária, onde a biblioteca e o refeitório se encontram, respectivamente, no bloco 1 e bloco 3.

Em outra visita realizada à Escola, as instalações passaram por uma avaliação visual, averiguando os tubos de queda, telhado, as telhas e calhas do local. Com o intuito de utilizar as instalações presentes, o estudo será realizado apenas no bloco 3, visto que o mesmo era o único que apresentava boas condições nas instalações hidráulicas e integridade nos outros itens avaliados, vale ressaltar que devido à quadra na sua lateral, o bloco 3 só dispõe de calhas num lado da estrutura.



5.2 Séries pluviométricas

As informações referentes a pluviometria utilizadas no presente trabalho, foram obtidas do Instituto Das Águas Do Paraná, através da estação meteorológica de

Engenheiro Beltrão da bacia do Ivai.

A série de dados foi dada num período de 31 anos, sendo de janeiro de 1990 até dezembro de 2020. Esses dados pluviométricos são requeridos no momento de dimensionar o reservatório de água da chuva, sendo necessário avaliar os meses de altos e baixos índices de chuvas, onde o mesmo é fundamental para selecionar o volume de reservatório.

Figura 15. Totais mensais de precipitação em Engenheiro Beltrão de 1990 a 2020.

		Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos										
AGUASPARANÁ Instituto das Águas do Paraná		AGUASPARANÁ - Instituto das Águas do Paraná				Sistema de Informações Hidrológicas - SIH						
Alturas mensais de precipitação (mm)												
Estação:	ENGENHEIRO BELTRÃO				Código:	02352034		Entidade:	AGUASPARANÁ			
Município:	Engenheiro Beltrão				Instalação:	22/10/1975		Extinção:				
Tipo:	P				Bacia:	Ivai		Sub-bacia:	4			
Altitude:	520,000 m				Latitude:	23° 46' 59"		Longitude:	52° 15' 00"			
ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1990	449,3	81,9	232,3	85,1	165,7	91,8	280,4	90,7	223,8	305,6	92,6	179,2
1991	113,5	44,1	134,4	91,0	42,4	133,4	35,5	78,4	97,6	44,1	179,5	264,8
1992	29,0	184,0	232,0	183,0	394,7	24,4	101,8	87,6	117,9	139,1	128,6	89,8
1993	257,3	244,3	97,2	164,3	123,4	126,3	80,1	2,5	220,9	122,6	138,4	109,0
1994	152,9	129,0	122,6	68,3	121,2	152,1	141,5	0,0	34,1	187,4	140,3	147,0 *
1995	389,8	157,8	180,8	116,8	27,2	148,0	80,8	23,5	123,2	286,5	74,8	113,3
1996	305,6	104,5	206,8	28,5	49,6	19,0	6,4	39,2	161,5	293,5	191,9	307,1
1997	370,7	265,2	25,6	54,3	103,5	334,1	33,8	42,8	131,4	210,8	302,0	143,3
1998	146,1	381,7	245,5	377,5	99,5	75,6	19,4	190,5	324,3	173,3	40,0	82,8
1999	234,7	233,0	98,2	114,3	228,0	171,6	93,3	0,0	51,7	109,8	58,7	239,9
2000	82,8	240,6	216,3	20,0	17,1	147,4	70,4	228,4	216,5	188,6	164,3	150,9
2001	158,9	199,4	93,7	69,0	126,1	112,7	29,3	71,1	95,7	98,0	94,8	165,7
2002	283,9	187,0	28,1	16,9	335,2	6,9	51,9	98,1	163,4	71,7	299,4	119,1
2003	245,1	222,3	130,1	124,8	39,6	45,4	48,3	58,0	82,1	68,9	86,1	175,9
2004	79,3	189,9	113,0	124,7	314,0	147,1	123,4	10,8	50,1	264,0	189,2	172,8
2005	267,0	8,5	116,6	138,5	43,9	56,0	39,7	26,1	199,1	255,8	30,9	36,3
2006	112,3	138,3	107,6	96,4	27,2	36,1	27,6	21,4	161,0	124,0	97,6	272,0
2007	340,0	189,5	137,2	87,8	90,3	1,1	222,6	14,2	30,5	69,7	327,4	275,6
2008	125,0	152,6	141,2	105,3	110,4	80,6	11,5	262,6	51,1	160,6	129,8	78,8
2009	328,6	139,3	70,6	4,6	133,7	117,2	125,1	78,9	152,1	311,3	246,4	219,6
2010	265,3	141,5	178,6	83,3	83,2	20,3	45,2	30,0	121,1	199,9	127,6	388,5
2011	134,7	437,2	144,9	98,5	21,2	131,2	195,4	47,4	47,8	268,6	155,1	30,7
2012	174,0	140,4	93,3	133,9	104,5	193,3	21,3	3,9	71,9	63,0	94,2	301,4
2013	88,2	277,0	394,9	77,1	126,7	318,1	106,1	3,6	48,1	150,6	125,7	183,4
2014	172,7	116,5	244,1	188,4	154,4	267,9	77,7	19,1	231,2	34,6	230,7	275,6
2015	181,0	192,8	51,5	24,8	213,5	42,9	513,1	51,3	239,0	221,7	422,2	216,3
2016	223,5	394,2	160,6	92,6	275,7	52,3	26,0	192,9	17,9	238,5	30,0	157,1
2017	150,6	173,0	66,5	133,0	262,3	84,3	0,0	117,7	44,3	314,3	127,5	237,2
2018	259,8	126,7	219,8	20,9	31,5	93,8	5,9	239,7	118,5	366,4	158,6	80,5
2019	145,2	194,3	203,0	51,4	67,1	52,3	34,9	10,2	56,2	123,9	202,1	360,0
2020	134,4	83,2	86,7	58,5	69,4	115,9	47,7	227,3	8,5	85,3	71,3	205,2
Valores anuais												
ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
MEDIA	206,5	185,5	147,5	97,8	129,1	109,8	87,0	76,4	119,1	179,1	153,5	186,4

Fonte: <http://www.sihweb.aguasparana.pr.gov.br/sihweb/gerarRelatorioAlturasMensaisPrecipitacao.do?action=carregarInterfacelncial> (2022, p.1).

Com base na figura 15, os meses de Abril (97,8mm), Julho (87mm) e Agosto (76,4mm) são os meses menos chuvosos no período avaliado, ou seja, o tempo de

estiagem. Em contrapartida, os meses de Janeiro (206,5mm), Fevereiro (185,5mm) e Dezembro (186,4) são os meses de maior volume de chuva. Dessa forma é necessário equilibrar o balanço hídrico escolhendo um tamanho de reservatório que supra a necessidade de água nos períodos de baixa pluviosidade.


Outro fator importante é o efeito do fenômeno do *el niño* e *la nina*, na região sul, que é a área de estudo, o *el niño* provoca chuvas abundantes e um aumento da temperatura média, em contrapartida a *la nina* acomete estiagem por toda região, principalmente no inverno.

Analisando o histórico de chuva, fica perceptível a influência desses fenômenos, como por exemplo em 1997 e 1998, devido a intensidade forte do *el niño* ocorreu uma grande precipitação pluviométrica nesse período, chegando a valores de 370,7 mm em Janeiro de 1997 e 381,7 mm em Fevereiro de 1998.


Por outro lado, na ocorrência da *la nina* em 2005, os índices pluviométricos despencaram onde é possível observar valores de 8,5 mm no mês de Fevereiro, e uma sequência de baixa pluviometria começando em maio e perdurando até Agosto do mesmo ano, com destaque também para os meses de Novembro e Dezembro, com 30,9 mm e 36,3 mm, respectivamente.

A série de dados pluviométricos também pode ser avaliada anualmente, como demonstra a figura 16.

Figura 16. Totais anuais de precipitação em Engenheiro Beltrão de 1990 a 2020.



Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos
AGUASPARANÁ - Instituto das Águas do Paraná
Sistema de Informações Hidrológicas - SIH



Alturas de precipitação - Resumo Anual (mm)

Estação:	ENGENHEIRO BELTRÃO	Código:	02352034	Entidade:	AGUASPARANÁ
Município:	Engenheiro Beltrão	Instalação:	22/10/1975	Extinção:	
Tipo:	P	Bacia:	Ivaí	Sub-bacia:	4
Altitude:	520,000 m	Latitude:	23° 46' 59"	Longitude:	52° 15' 00"

ANO	Total anual	Máxima diária	Data da ocorrência	Dias de chuva
1990	2278,4	80,0	17/07/1990	112
1991	1258,7	105,0	12/12/1991	62
1992	1711,9	82,2	01/05/1992	94
1993	1686,3	82,1	23/04/1993	91
1994	1396,4 *	-	-	-
1995	1722,5	80,5	17/10/1995	93
1996	1713,6	75,5	24/01/1996	95
1997	2017,5	107,8	05/06/1997	92
1998	2156,2	124,4	28/02/1998	101
1999	1633,2	158,8	07/05/1999	80
2000	1743,3	94,1	27/10/2000	100
2001	1314,4	81,6	12/01/2001	93
2002	1661,6	83,9	16/09/2002	83
2003	1326,6	65,1	19/04/2003	87
2004	1778,3	65,4	13/05/2004	82
2005	1218,4	56,1	20/01/2005	87
2006	1221,5	99,6	21/12/2006	80
2007	1765,7	195,5	10/11/2007	77
2008	1409,5	80,7	14/08/2008	77
2009	1927,4	110,7	15/10/2009	94
2010	1684,5	75,6	29/03/2010	79
2011	1712,5	102,0	13/02/2011	79
2012	1395,1	82,3	18/12/2012	67
2013	1899,5	87,4	20/06/2013	88
2014	2012,9	151,6	07/06/2014	91
2015	2370,1	146,7	03/07/2015	108
2016	1881,3	101,4	09/05/2016	97
2017	1710,7	88,2	20/05/2017	94
2018	1722,1	102,6	08/10/2018	84
2019	1500,6	72,6	05/12/2019	86
2020	1193,4	99,1	19/08/2020	68

Resumo Anual			
ANO	Total anual	Máxima diária	Dias de chuva
MÉDIA	1677,6	87,9	87,4
MINUTUA	1193,4	99,1	68,0

Fonte: <http://www.sihweb.aguasparana.pr.gov.br/sihweb/gerarRelatorioAlturasMensaisPrecipitacao.do?action=carregarInterfacelInicial> (2022, p.1).

A figura 16, faz um resumo anual das chuvas, no decorrer do período de 31 anos (1990 à 2020), e dispõe uma precipitação média anual, que é de 1677,6 mm.

Os valores de totais anuais, dispõem de mais clareza sobre a influência dos fenômenos *el niño* e *la nina*, onde nos anos de 1997, 1998 e 2015 devido ao forte *el niño* encontra-se valores altos de médias anuais. E em decorrência da *la nina* nos

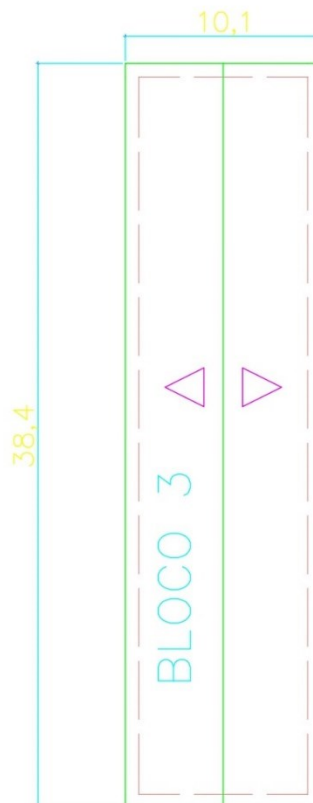
anos 2005 e 2020, dispõe os menores valores de média pluviométrica.

5.3 Cálculos iniciais

Inicialmente é necessário calcular a área de captação, ou seja, a contribuição do bloco 3, a qual propiciará a coleta de água da chuva do meio externo para o sistema de aproveitamento pluvial. Segundo a NBR 15527 (ABNT,2007) áreas onde exista movimentação de pessoas e áreas permeáveis são descartadas de possíveis contribuições.

Sendo assim, apenas a projeção horizontal da superfície impermeável do bloco 3 foi considerada como área de contribuição, onde a figura 17 delimita a área de captação que será utilizada para o dimensionamento do reservatório.

Figura 17. Área de contribuição do Bloco 3.



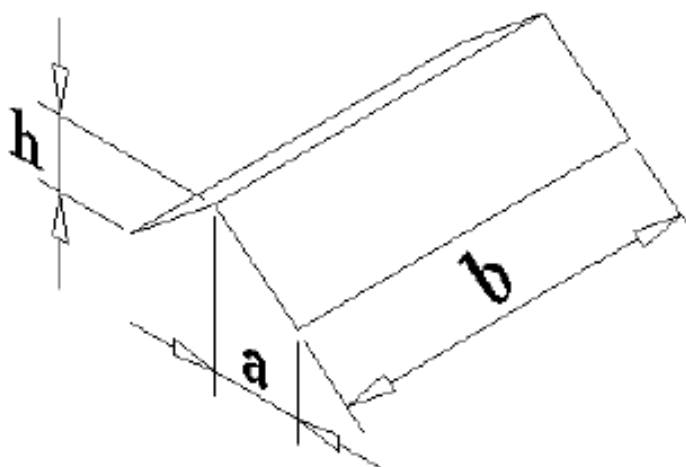
Fonte: Autoria própria (2022).

O bloco 3 possui um telhado de duas águas, uma área de aproximadamente

322 metros quadrados, com um perímetro de cerca de 92 metros, e um beiral de 70 centímetros que circunda toda a estrutura.

De acordo com a NBR 10844 (ABNT,1989) a área de captação de um telhado de duas águas pode ser calculado conforme a equação 2.3 onde os termos são indicados na figura 18.

Figura 18. Indicação dos termos para área de contribuição.



Fonte: ABNT (1989, p.5).

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

Equação (2.3)

Onde:

A = Área de contribuição (m²);

a = Projeção horizontal da largura da água (m);

b = Comprimento do telhado (m);

h = Altura do telhado (m).

Dessa forma, $A = \left(5,05 + \frac{1,8}{2} \right) 38,4 = 228,5 \text{ m}^2$, pelo motivo de possuir calha em apenas um lado, a área de captação foi dividida ao meio, sendo assim assume-se que o valor de área de captação do bloco 3 é aproximadamente 115 m².

Num segundo momento é necessário calcular o volume de água de chuva aproveitável, que consiste na quantidade de água pluvial captada pelo telhado e disponível para utilização, segundo a NBR 15527 (ABNT, 2007) depende do escoamento superficial da cobertura, bem como da eficiência do sistema de descarte do escoamento inicial, calculado através da equação 2.4

$$V = P \times A \times C \times n \text{ Fator de captação} \quad \text{Equação (2.4)}$$

Onde:

V = Volume anual de água de chuva aproveitável (L);

P = Precipitação média anual (mm);

A = área de captação (m²);

C = Coeficiente de *Runoff*

n *Fator de captação* = Eficiência do sistema de captação.

Com base na figura 16, o valor da precipitação média anual é P = 1678 mm e segundo Tomaz (2011), adotando um coeficiente de *Runoff* x n *Fator de captação* = 0,8. Onde A = 115 m². É possível calcular o volume anual de água de chuva aproveitável, sendo assim:

$$V = 1678 \times 115 \times 0,8 = 154.376 \text{ L}$$

Dessa forma, o volume aproveitável de água da chuva anualmente é de aproximadamente 154.376 litros, ou 12.865 litros mensalmente, calculado em relação a média no período de 1990 á 2020.

5.4 Dimensionamento e escolha da cisterna

Para o dimensionamento do reservatório é necessário se basear em critérios técnicos, econômicos e ambientais, levando em conta as boas práticas da engenharia, e ficando a critério do projetista a utilização dos métodos presentes no anexo A da NBR 15527 (ABNT,2007).

Dos métodos citados no item 2.7, do referencial teórico fica evidente que

apenas o método de Azevedo Neto e o método prático inglês, independem da demanda para dimensionar o reservatório, dessa maneira será realizado um comparativo entre os métodos para a escolha do volume ideal da cisterna tendo em vista, principalmente, o volume de água de chuva aproveitável já calculado.

Método Azevedo Neto

$$V = 0,042 \times P \times A \times T \quad \text{Equação (1.5)}$$

Onde:

V é o volume de água aproveitável e o volume de água do reservatório (L);

P é a precipitação média anual (mm);

T é o número de meses de pouca chuva ou seca;

A é a área de coleta (m²).

Considerando, com base na figura 16, como sendo Abril, Julho e Agosto os meses de estiagem, T = 3. Dessa forma :

$$V = 0,042 \times 1678 \times 115 \times 3 = 24.314,22 \text{ L}$$

Com base no método Azevedo Neto, o volume de água aproveitável e o volume de água do reservatório é 24.314,22 litros.

Método prático inglês

$$V = 0,05 \times P \times A \quad \text{Equação (1.7)}$$

Onde:

P é a precipitação média anual (mm);

A é a área de coleta (m²);

V é o volume de água aproveitável e o volume de água da cisterna (L).

Como já calculado $A = 115 \text{ m}^2$ e pela figura 11, $P = 1678 \text{ mm}$

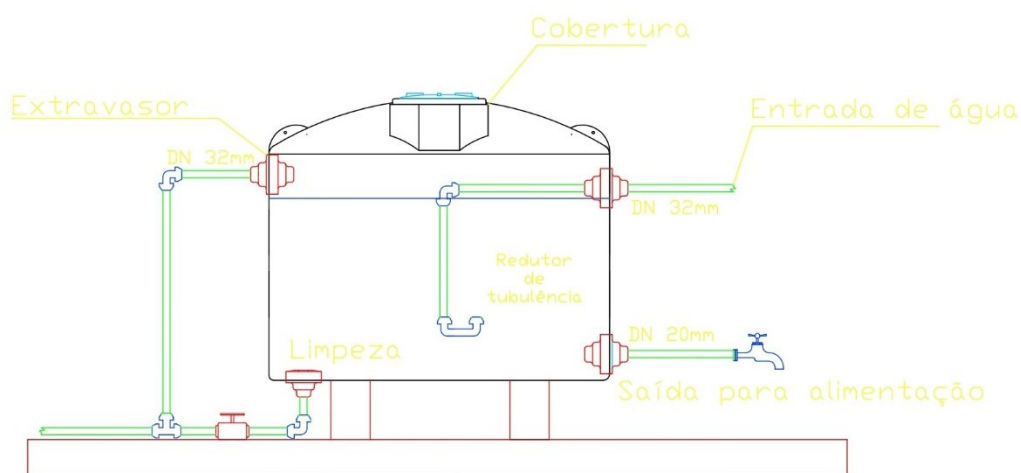
$V = 0,05 \times 1678 \times 115 = 9648,5 \text{ litros}$.

Com base, no método prático inglês o volume de água aproveitável e o volume de água da cisterna é 9.648,5 litros.

Para a escolha da cisterna, foi utilizado o critério técnico relacionado a facilidade de implantação do sistema e um comparativo com a equação (2.4), que propõe através da eficiência do sistema de captação uma água de chuva aproveitável de 12.865 litros.

Dessa forma o método prático inglês, dispõe mais coerência em relação aos dados, por esse motivo, foi adotado um reservatório de polietileno com capacidade de 10.000 litros.

Figura 19. Reservatório com capacidade de 10.000 litros.



Fonte: Autoria própria (2022).

5.5 Sistema de Filtragem e descarte da primeira chuva

Com o objetivo de melhorar a qualidade do reservatório será instalado um dispositivo de descarte de resíduos sólidos (figura 7), o mesmo será feito de PVC, e uma tela de *nylon*, com o intuito de retirar as impurezas provenientes da superfície de captação.

Na sequência é necessário um sistema para o descarte da primeira chuva, devido a praticidade na instalação e eficiência será adotado o reservatório de tubos. Segundo Tomaz (2011), em grandes cidades a quantidade de poluentes e poeira no ar é maior e nesse contexto é necessário o descarte de 2 mm (milímetros) de chuva, como a cidade de estudo não se enquadra nessa situação, será adotado um descarte de 1 mm. Sendo assim:

$$VD = C \times L/2 \times 0,001 = 0,194 \text{ m}^3 \quad \text{Equação 2.5}$$

Onde:

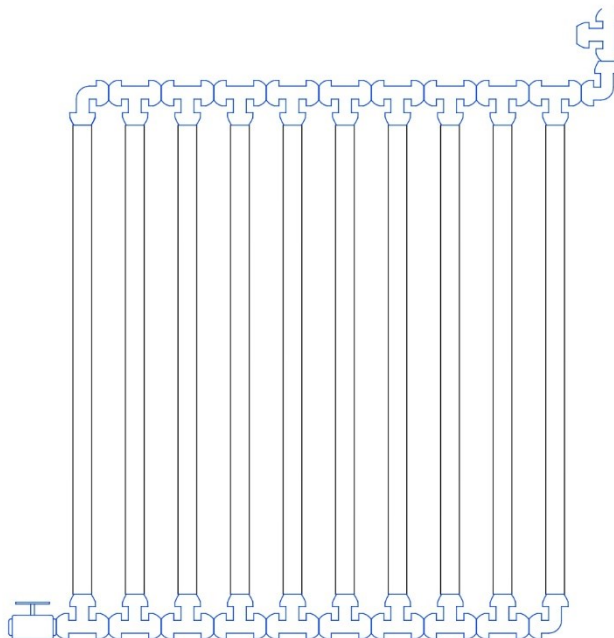
VD = Volume de Descarte (m³);

C = Comprimento do bloco 3 (m);

L = Largura do bloco 3 (m);

Segundo a equação 2.5, é necessário um descarte de 0,194m³, ou 194 litros de água da primeira chuva.

Utilizando o reservatório de tubos, para esse volume de água será necessário 25 metros de cano PVC com diâmetro de 100mm, dispostos ao longo de 2,62 metros com uma altura de 2,5 metros, e um intervalo de 0,18 metros entre tubos, como ilustra a figura 20.

Figura 20 – Reservatório de tubos

Fonte: Autoria própria (2022).

5.6 Instalação do sistema de captação

O reservatório deve ficar acima do nível do solo, para prevenção de possíveis inundações, por esse motivo, será realizado um contrapiso com o intuito de proporcionar uma altura segura para a cisterna.

A finalidade do reuso da água para esse estudo diz respeito a lavagem de pátios, lavagem das calçadas, da quadra poliesportiva e irrigação da horta da Escola, dessa maneira o transporte será realizado através de mangueiras, baldes, e um irrigador para horta. A locação será feita de modo que a cisterna fique bem próxima da área de uso.

Vale ressaltar, que é necessário algumas medidas de segurança por se tratar de uma escola, como uma cerca impedindo o acesso dos alunos à cisterna, e uma torneira com válvula de segurança, evitando assim o desperdício caso algum aluno acione.

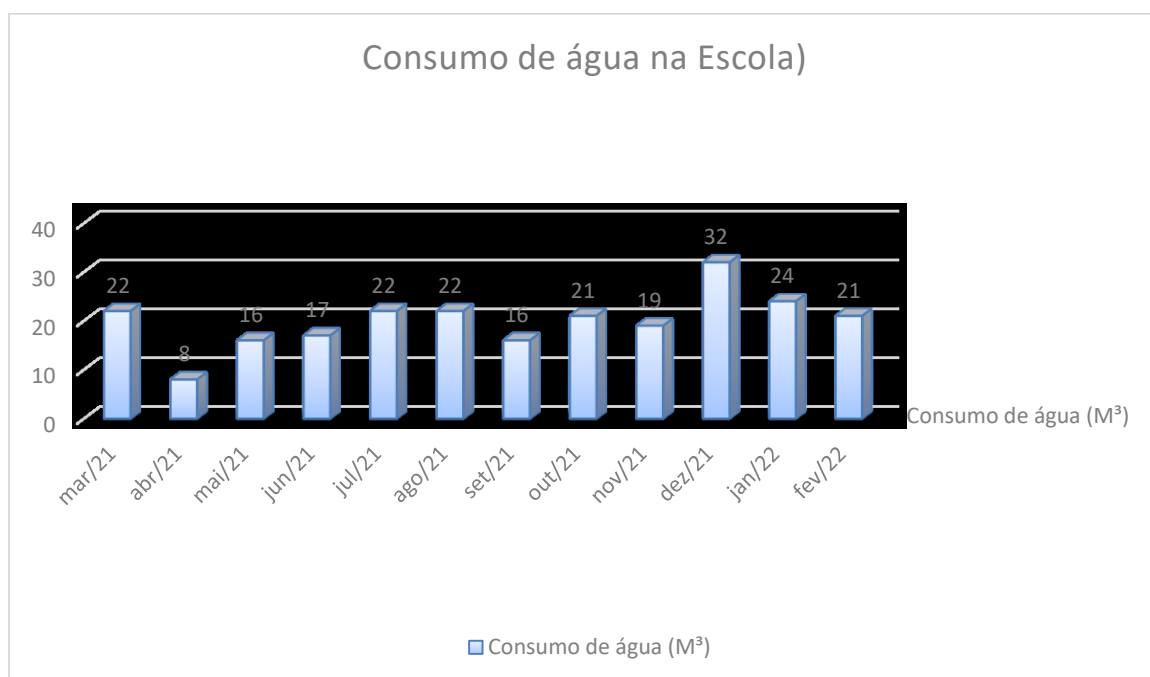
O apêndice A, demonstra o projeto de locação e instalação da cisterna,

enquanto o apêndice B, ilustra a visão lateral do bloco 3, evidenciando o reservatório e o descarte da primeira chuva da Escola Estadual Maria Aparecida Medeiros.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O reservatório é uma excelente alternativa para o reaproveitamento de água pluvial na Escola, diminuindo assim o próprio custo ao adquirir esse recurso natural. Com base numa fatura da conta de água da escola (Apêndice C), foi feito o gráfico 1, que mostra o consumo de água na escola no período de um ano, sendo ele de março de 2021 até Fevereiro de 2022.

Gráfico 1. Consumo de água na Escola



Fonte: Autoria própria (2022).

Alguns dos períodos de estiagem como Abril e Setembro, coincidem com os meses de menores consumos de água do gráfico 1, viabilizando dessa maneira ainda mais a utilização do reservatório.

Outro ponto importante a ter destaque é a capacidade do reservatório, a

cisterna com 10.000 litros de água e capaz de diminuir em grande quantidade o consumo de água potável.

Considerando que nesse período ocorreu uma média de 20 m³ de consumo de água potável, o potencial de substituição do reservatório quando usado na capacidade máxima, pode ser de até 50%.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÃO

A partir do trabalho é possível confirmar a viabilidade do projeto, visto que a cidade possui uma média pluviométrica alta, no período analisado, como sendo cerca de 1678 mm, o que gera um maior armazenamento de água, e é um fator crucial no sistema de captação pluvial. Na Escola a área de captação, segundo a planta baixa atualizada, é 115 m², utilizando desse conjunto o reservatório com capacidade de 10000 litros é capaz de trazer uma substituição do uso de água potável em torno de 50% para a instituição de ensino.

Os benefícios da implantação de um sistema captação de água pluvial envolvem fatores econômicos, sociais e ambientais, diminuindo problemas de drenagem urbana, além de substituir uma considerável quantidade de água potável.

Por se tratar de uma Escola, a implantação do sistema acarreta em um situação social extremamente importante nesse ambiente, contribuindo para um exemplo e ensinamento aos alunos do uso racional da água e a conservação dos recursos hídricos futuramente.

O projeto elaborado pode ser aprimorado e estendido para mais blocos da escola, aumentando a amplitude do uso da água pluvial, como sendo: descarga de banheiros e lavadoras, para isso é necessário um estudo mais detalhado e aprofundado nas instalações e na qualidade delas.

Por fim, o trabalho visa despertar nos funcionários e alunos o uso racional da água, beneficiando o meio ambiente e a manutenção dos recursos hídricos para às futuras gerações.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6493**: Emprego de cores para identificação de tubulações. Rio de Janeiro, 1994

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12217**: Projeto de reservatório de distribuição de água para abastecimento público. Rio de Janeiro, 1994

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.

ANA – **Agência Nacional de Águas**. Disponível em: <http://www2.ana.gov.br/Paginas/default.aspx>. Acesso em: 13 mar. 2021.

CIPRIANO, R. F. P. (2004). **Tratamento das águas de chuva escoadas sobre telhado e avaliação do seu uso**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 89 p.

Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil. ANA/ MMA. Brasília, 2018.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo demográfico. Disponível em: . Acesso em: 3 abr. 2022.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. Disponível em: <http://www.iapar.br/> Acesso em: 20 abr 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <https://ibge.gov.br> Acesso em: 15 mar 2022.

INSTITUTO DAS ÁGUAS DO PARANÁ. Disponível em: <http://www.aguasparana.pr.gov.br> Acesso em: 20 mar 2022

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. **Manual para captação emergencial e uso doméstico de água de chuva**. São Paulo, 2015

MAY, S. **Estudo da Viabilidade do Aproveitamento de Água de Chuva para Consumo Não Potável em Edificações**. Dissertação (Mestrado). Curso de Pós-Graduação em Engenharia da Construção Civil, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2004.

P Technik. (2013). **Informações sobre o aproveitamento das águas de chuva.** Disponível em: <http://www.agua-de-chuva.com>, Acesso em: 17 de Mar de 2021.

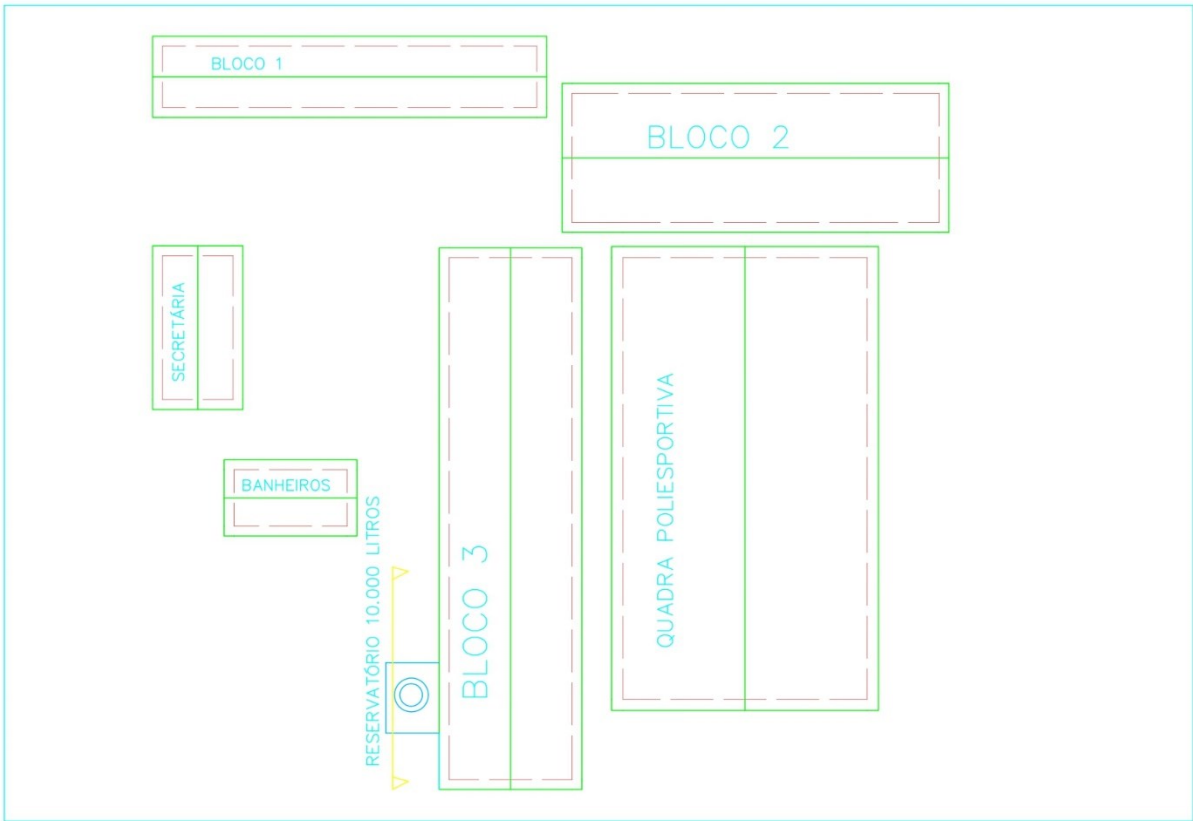
TOMAZ, P. **A Economia de Água para Empresas e Residências – Um Estudo Atualizado sobre o Uso Racional da Água.** Navegar Editora, São Paulo, 2001a.

TOMAZ, P. **Previsão de Consumo de Água – Interface das Instalações Prediais de Água e Esgoto com os serviços Públicos.** Navegar Editora, São Paulo, 2001b.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de Água de Chuva – Para Áreas Urbanas e Fins não Potáveis.** Navegar Editora, São Paulo, 2003.

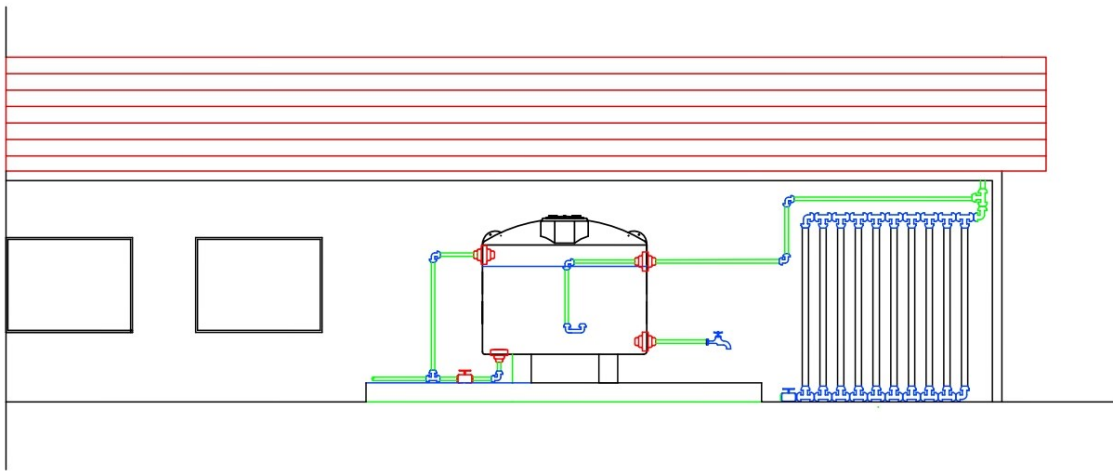
UN WATER, 2006. Disponível em: <https://www.unwater.org>, Acesso em: 12 Mar de 2021.

APÊNDICE A - Locação do Reservatório



Fonte: Autoria própria (2022).

APÊNDICE B - Vista lateral bloco 3.



Fonte: Autoria própria (2022).

APÊNDICE C - Fatura da conta de água.

Endereço: Rua Engenheiro Beltrão, 143 - Engenheiro Beltrão - Paraná
 CEP: 85.215-000 - Curitiba - PR
 CNPJ: 06.76.484/013090-43
 Inscrição Estadual: 101.800000-00
 Internet: www.sanepar.com.br
FONE SANEPAR: 0800 - 200 - 0115

SANEPAR
Companhia de Saneamento do Paraná

CONTA

NOME DO CLIENTE: ESC MUN MARIÁ RPA MEDEIROS
 ENDEREÇO: R RODOVIA FURBOS 015 ESC MUNIC RP MEDEIROS
 CEP: 87.278-000 LOCAL: ENGENHEIRO BELTRÃO

MATRÍCULA: 2483.9060
 N° LADO - N° FRENTE: 143

ROTEIRO DE LEITURA: 094-12-03-003-30510
 HIDRÔMETRO: Y19AN0132342-4-1
 CAT-RES-COM-IND-UTP-POP: 070

QUALIDADE DA ÁGUA DISTRIBUÍDA	Turbidez	Cor	Oxigênio	Fúos	Col. Totais
	13	13	13		13
N° Mínima de Amostras Analisadas	16	16	16	8	16
N° Amostras Realizadas	16	16	16	8	16

N° Amostras que Atendem à Legislação: **Concluído**

TODAS AS AMOSTRAS ATENDEM À LEGISLAÇÃO

HISTÓRICO DE PAGAMENTOS - CONDIÇÃO AO OBSERVAÇÕES CONSTANTES NO VERSO											
Agos	Jul	Fev	Mar	Abr	Ma	Jun	Jul	Agos	Set	Out	Nov
2021	2021	2021	2021	2021	2021	2021	2021	2021	2021	2021	2021
PAGO	PAGO	PAGO	PAGO	PAGO	PAGO	PAGO	X	PAGO	PAGO	PAGO	PAGO
2022	X										

FAIXAS DE CONSUMO: VOLUME: VALOR M3RIS: TOTAIS:

******* CONTRATO ESPECIAL *******

HISTÓRICO DE CONSUMOS											
03/21	04/21	05/21	06/21	07/21	08/21	09/21	10/21	11/21	12/21	01/22	02/22
22	8	16	17	22	22	16	21	19	32	24	

DATA DE CONSUMO	DATA LEITURA	LEITURA ANTERIOR	LEITURA ATUAL	CONSUMO	REFERÊNCIA
29	16/02/2022	284	305	21	02/2022

MOTIVO DA AUSÊNCIA DE LEITURA: MÉDIA DE CONSUMOS ÚLTIMOS 3 MESES: 22 VENCIMENTO: 26/03/2022

PREVISÃO PRÓXIMA LEITURA	ÁGUA	ESGOTO	SERVIÇOS	TOTAL
18/03/2022	130.19	110.57		248.76

RELATORIO DA QUALIDADE DA ÁGUA: WWW.SANEPAR.COM.BR.
 ATENDIMENTO: CAMPOOURA@SANEPAR.COM.BR

TRIBUTOS FEDERAIS - LEI 12.741 - VALOR APROXIMADO R\$ 22.26
 AUTENTICAÇÃO NO VERSO OBSERVAÇÕES NO VERSO COMPROANTE CLIENTE

CONTA INFORMATIVA - NÃO VALE COMO RECIBO

Fonte: Prefeitura Municipal de Engenheiro Beltrão (2022).