

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

GABRIEL FALEIROS COUTO

**VIABILIDADE DE UM SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA
PLUVIAL PARA FINS NÃO POTÁVEIS EM INSTITUIÇÃO DE ENSINO:
ESTUDO DE CASO EM CAMPO MOURÃO – PR**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO
2018

GABRIEL FALEIROS COUTO

**VIABILIDADE DE UM SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA
PLUVIAL PARA FINS NÃO POTÁVEIS EM INSTITUIÇÃO DE ENSINO:
ESTUDO DE CASO EM CAMPO MOURÃO – 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.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Paula Cristina de Souza

CAMPO MOURÃO

2018



Ministério da Educação

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Câmpus Campo Mourão

Diretoria de Graduação e Educação Profissional

Departamento Acadêmico de Construção Civil

Coordenação de Engenharia Civil



TERMO DE APROVAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso

**VIABILIDADE DE UM SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL PARA FINS NÃO POTÁVEIS:
ESTUDO DE CASO EM CAMPO MOURÃO – PR**

por

Gabriel Faleiros Couto

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado às 17h30min do dia 25 de junho de 2018 como requisito parcial para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL, pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Helton Rogério Mazzer

(UTFPR)

Prof. Dr. Ewerton Clayton Alves da Fonseca

(UTFPR)

Prof.^a Dr.^a Paula Cristina de Souza

(UTFPR)

Orientador

Responsável pelo TCC: **Prof. Me. Valdomiro Lubachevski Kurta**

Coordenador do Curso de Engenharia Civil:

Prof. Dr. Ronaldo Rigobello

A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a Deus, pela saúde, sabedoria e força para superar todos os desafios e dificuldades.

Aos meus pais, Maria Isair e José Donizete, que, mesmo a distância, nunca deixou faltar amor, carinho e incentivo para realizar todos os meus sonhos e ser uma pessoa melhor.

A toda minha família, que esteve do meu lado me apoiando em todos os momentos.

Aos meus amigos e colegas, de infância e de faculdade, por todos os momentos juntos.

A minha namorada Poliana, por todo apoio e ajuda durante a realização do trabalho, por toda a paciência, atenção, força e amor todos os dias.

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) e toda a equipe do departamento de Engenharia Civil.

A minha orientadora, Professora Dr.^a Paula Cristina de Souza, pela aceitação desse trabalho, interesse, conhecimento e todo apoio durante o desenvolvimento do trabalho.

Ao Colégio Estadual Unidade Polo – Ensino Fundamental e Médio e a toda direção, que colaborou com o meu trabalho, mantendo as portas sempre abertas para me receber e me auxiliando com todas as informações necessárias.

RESUMO

Devido ao constante crescimento da população, da demanda por recursos hídricos e dos usos exagerados da água por grande parte da população, o presente trabalho estuda a viabilidade da implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial em uma instituição de ensino na cidade de Campo Mourão-PR, expondo uma solução acessível, viável financeiramente e influente para a população. Para o dimensionamento do sistema e a análise da sua viabilidade, o estudo de caso leva em consideração a pluviometria da região de Campo Mourão, uma área de cobertura de 2.280 m² da instituição para captação da água da chuva, características dos aparelhos sanitários existentes, suas frequências e tempo de uso estimado por alunos e professores, uma demanda mensal de 115,615 m³ de água pluvial calculada pelos resultados apresentados nas pesquisas e valores de mercado para o orçamento dos materiais e mão de obra na região de Campo Mourão – PR, além da estimativa de um custo de operação. O trabalho apresentou o sistema como uma solução com retorno ambiental positivo imediato, gerando melhor o uso da água e diminuindo o desperdício de água potável em 56,39%, com custo total estimado em R\$ 31.570,06 e retorno financeiro em médio prazo, estimado em 1 ano e 10 meses, gerando uma economia financeira mensal para a instituição de R\$1.632,66 devido à redução do consumo de água tratada.

Palavras-chave: Água de chuva, aproveitamento de água, economia, reservatório de água pluvial.

ABSTRACT

Due to the constant growth of the population, the demand for water resources and the exaggerated uses of water by a large part of the population, the present study studies the feasibility of the implantation of a rainwater harvesting system in a teaching institution in the city of Campo Mourão -PR, exposing an affordable, financially viable and influential solution for the population. In order to design of the system and its viability analysis, the case study takes into account the rainfall of the Campo Mourão region, a roof area of 2,280 m² of rainwater abstraction, characteristics of existing sanitary appliances, frequencies and estimated time of use by students and teachers, a monthly demand of 115,615 m³ of rainwater calculated by the results presented in the surveys and market values for the budget of materials and labor in the region of Campo Mourão - PR, in addition to the estimate of an operating cost. The work presented the system as a solution with immediate positive environmental return, better managing water use and reducing waste of drinking water in 56.39%, with estimated total cost of R\$ 31,570.06 and financial return in the medium term , estimated at 1 year and 10 months, generating a monthly financial saving for the institution of R\$ 1,632.66 due to the reduction of treated water consumption.

Keywords: Rainwater, water use, economy, Rainwater reservoir.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Bacias Hidrográficas do Paraná	18
Figura 2 – Localização Geográfica da Região de Campo Mourão – PR	27
Figura 3 – Vista Aérea do Colégio Estadual Unidade Polo – Ensino Fundamental e Médio	28
Figura 4 – Precipitação Média Mensal de Campo Mourão-PR	42
Figura 5 – Pia Sala dos Professores	43
Figura 6 – Pia e Tanque Cozinha	43
Figura 7 – Torneiras Lavanderia	44
Figura 8 – Pia Laboratório	44
Figura 9 – Tanque Laboratório	45
Figura 10 – Torneira Bebedouro	45
Figura 11 – Bebedouro Elétrico	46
Figura 12 – Torneira Jardim	46
Figura 13 – Bebedouro Ginásio	47
Figura 14 – Vaso Sanitário Banheiro Professores	48
Figura 15 – Pia Banheiro Professores	48
Figura 16 – Banheiro Adaptado	49
Figura 17 – Mictório Banheiro Alunos	49
Figura 18 – Gráfico de Sensibilidade dos Aparelhos Sanitários	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Disponibilidade Hídrica no Mundo (km ³ /hab/ano).....	14
Tabela 2 – Produção Hídrica no Mundo por Região – 1998	15
Tabela 3 – Classificação da Disponibilidade Mundial de Água Doce	16
Tabela 4 – Proporção de Área Territorial, Disponibilidade de Água e População para as Cinco Regiões do Brasil	17
Tabela 5 – Consumo Total Diário e Total Mensal de Água por Aparelhos e Atividades	20
Tabela 6 – Variações da Qualidade de Água de Chuva devido ao Sistema de Coleta	22
Tabela 7 – Vazão dos Aparelhos Sanitários Existentes	50
Tabela 8 – População Total do Colégio, Amostra Desejada e Amostra Obtida	51
Tabela 9 – Erro Amostral Utilizado em cada Categoria de Usuários.....	51
Tabela 10 – Vazão dos Aparelhos Sanitários Considerados nos Questionários.....	52
Tabela 11 – Consumo Diário de água dos Aparelhos de Uso Individual e Coletivo	54
Tabela 12 – Consumo Mensal de água dos Aparelhos de Uso Individual e Coletivo	54
Tabela 13 – Comparação entre Consumo de Água Mensal Real e Estimado do Colégio	55
Tabela 14 – Consumo Mensal de Água Corrigido dos Aparelhos Sanitários	57
Tabela 15 – Método de Rippl	58
Tabela 16 – Resumo dos Custos de Implantação do Sistema	61

LISTA DE SIGLAS

ABCMAC	Associação Brasileira de Captação e Manejo de Água de Chuva
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANA	Agência Nacional de Águas
COPEL	Companhia Paranaense de Energia
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
NBR	Norma Brasileira
PVC	Policloreto de Vinila
SANEPAR	Companhia de Saneamento do Paraná
SELIC	Sistema Especial de Liquidação e Custódia
SINDUSCONPR	Sindicato da Indústria da Construção Civil no Estado do Paraná
TMA	Taxa Mínima de Atratividade
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 OBJETIVOS	12
2.1 Objetivo Geral	12
2.2 Objetivos Específicos	12
3 JUSTIFICATIVA	13
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
4.1 Disponibilidade de Recursos Hídricos	14
4.2 Desperdício de Água Potável	18
4.3 Utilização Final de Água	19
4.4 Aproveitamento de Água de Chuva	20
4.4.1 Aproveitamento de Água de Chuva no Mundo	23
4.4.2 Aproveitamento de Água de Chuva em Escolas	24
4.4.3 Reservatório de Água de Chuva	25
5 METODOLOGIA	27
5.1 Campo de Estudo	27
5.2 Alvo de Estudo	28
5.3 Pesquisa de Dados	29
5.4 Utilização Final de Água	30
5.5 Análise do Potencial de Economia de Água Potável	35
5.6 Reservatórios de Água Pluvial	35
5.7 Análise da Viabilidade Econômica	37
6 RESULTADOS	41
6.1 Pesquisa de Dados	41
6.2 Utilização Final de Água	42
6.3 Análise do Potencial de Economia de Água Potável	57
6.4 Reservatórios de Água Pluvial	57
6.5 Análise da Viabilidade Econômica	59
7 CONCLUSÃO	63
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64
ANEXO 1 – DADOS MENSAIS DE PRECIPITAÇÃO NA REGIÃO DE CAMPO MOURÃO NO PERÍODO DE 1995 A 2015	69
ANEXO 2 – PLANTA DE COBERTURA DO COLÉGIO ESTADUAL UNIDADE	

POLO – ENSINO FUNDAMENTAL E MÉDIO	77
ANEXO 3 - QUESTIONÁRIOS UTILIZADOS NAS ENTREVISTAS	78
ANEXO 4 – OFÍCIO RESPONDIDO PELA SANEPAR AO COLÉGIO ESTADUAL UNIDADE POLO – ENSINO FUNDAMENTAL E MÉDIO	79

1 INTRODUÇÃO

A água é um bem essencial para a vida e existe uma grande preocupação com o seu futuro. O planeta Terra é composto em sua maioria por água, porém, nem toda essa água é apropriada para o consumo humano ou está ao alcance dos grandes centros urbanos onde mais se necessita. Além disso, o crescimento populacional e o descaso de grande parte da população em relação à crise hídrica mundial afeta cada vez mais a quantidade e a qualidade da água potável disponível para consumo. Dessa forma, é importante o desenvolvimento de projetos sustentáveis que evitam o desperdício de água potável.

Métodos como aproveitamento de água de chuva são técnicas pouco utilizadas, mas com grande impacto ambiental positivo. Além disso, provoca economia de gastos com água potável e diminuição de ocorrências de enchentes, já que parte da água da chuva não escorrerá pelas ruas e galerias pluviais.

Em um sistema de aproveitamento de água pluvial, a água captada pode ser aproveitada em grande parte da edificação sem nenhum tratamento, como descargas de vasos sanitários, torneiras de jardins, limpeza de calçadas e automóveis, entre outras funções. Em escolas, a eficiência desse sistema é ainda maior, devido a grandes áreas de captação e demanda de água com fins não potáveis.

Com o aumento da crise hídrica e monetária mundial, essas medidas ganham ainda mais valor no âmbito ambiental e econômico. Um sistema de aproveitamento de água de chuva, projetado de forma correta, é eficiente e mais econômico que a não utilização do sistema, além de combater a escassez dos recursos hídricos.

Portanto, o presente trabalho busca mostrar as vantagens de um sistema de aproveitamento de água de chuva aplicado em uma instituição de ensino na cidade de Campo Mourão – PR, realizar o dimensionamento e analisar economicamente a sua viabilidade.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Estimar o potencial de economia de água potável através da implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis no Colégio Estadual Unidade Polo – Ensino Fundamental e Médio, localizado no município de Campo Mourão – PR.

2.2 Objetivos Específicos

- Estimar os usos finais de água servida através de entrevistas com o público do Colégio Estadual Unidade Polo – Ensino Fundamental e Médio;
- Calcular o volume ideal do reservatório de água pluvial para atender esse público;
- Estimar o custo de implantação e operação do sistema de aproveitamento de água pluvial no Colégio;
- Analisar a viabilidade econômica de implantação deste sistema através do período de retorno do investimento.

3 JUSTIFICATIVAS

O planeta está passando por uma crise de escassez de seus recursos hídricos e o desperdício de água potável tem uma elevada culpa nessa atual situação, pois causa grande impacto ambiental negativo.

Além disso, as crescentes exigências do setor industrial, dos sistemas de geração de energia termoelétrica e dos usuários domésticos ocasionarão um aumento na demanda hídrica mundial de 55% para 2050, segundo previsões divulgadas no Relatório Mundial das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos, publicado em 2015 (UNESCO, 2015).

Segundo Cardoso (2010), o aproveitamento de água de chuva e o reuso de água são alternativas eficazes contra essa crise e traz como benefícios diretamente ligados a essas técnicas, a diminuição da demanda nas águas superficiais e subterrâneas, a proteção do meio ambiente, a economia de energia e a redução de investimentos em infraestrutura.

Portanto, o uso eficiente de água, já que em grande parte dos serviços e equipamentos utilizados nas edificações podem ser usadas águas não potáveis, representa uma efetiva economia para seus consumidores, minimiza problemas relativos a enchentes e, diante da baixa disponibilidade dos recursos hídricos e a crescente degradação da sua qualidade, é muito importante buscar novas alternativas que reduzem o desperdício de água potável.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 Disponibilidade de Recursos Hídricos

A água tem grande importância para o planeta Terra, promovendo a sobrevivência de animais e vegetais. Ela é a fonte de vida do planeta e, quando falta água, toda a vida terrestre fica ameaçada (TODAMATÉRIA, 2017).

Além das necessidades básicas, a água também tem grande influência no desenvolvimento econômico e industrial, já que a sua falta acarreta grandes prejuízos para os setores da agricultura e da indústria. No Brasil, o maior consumo de água é feito pela indústria agrícola (INNOVAREPESQUISA, 2016).

Machado (2004) afirma em seus estudos que o crescimento populacional e industrial acelerado tem comprometido as fontes disponíveis de água doce do planeta ao longo dos últimos 50 anos. Mesmo que essa crise de recursos hídricos mundial seja uma realidade e que esteja afetando todo o planeta, principalmente os bairros das periferias de grandes centros urbanos, ainda existe uma ilusão da população de que a água é um recurso infinito, atenuando ainda mais a crise hídrica.

De acordo com Cordova (2009), a disponibilidade da água tem relação direta com o crescimento populacional. No decorrer de 50 anos, a disponibilidade hídrica diminuiu cerca de três vezes, como mostra a Tabela 1, fazendo com que novas alternativas de economia de água sejam prioridade em todo o mundo.

Tabela 1 – Disponibilidade Hídrica no Mundo (km³/hab/ano)

Regiões do mundo	1950	1960	1970	1980	2000
África	20,6	16,5	12,7	9,4	5,1
Ásia	9,6	7,9	6,1	5,1	3,3
América do Sul	105	80,2	61,7	48,8	28,3
América do Norte	37,2	30,2	25,2	21,3	17,5
Europa	5,9	5,4	4,9	4,4	4,1
Total	178,3	140,2	110,6	89	58,3

FONTE: World Water (1992).

A água potável ou água doce representa apenas 2,5% da água total do planeta. Dessa quantidade, grande parte não está acessível às pessoas, apenas 0,266% se encontra em lagos, rios e reservatórios, estando o restante distribuído sob a forma de vapor na biomassa e na atmosfera. No entanto, apenas 0,007% do total de água no mundo se encontram em locais de simples acesso para o consumo humano (UNIÁGUA, 2006 apud MARINOSKI, 2007).

De acordo com Thomaz (2015), a água encontra-se distribuída de maneira uniforme pelo mundo, sendo que os maiores volumes estão disponíveis na Ásia e América do Sul, com 31,6% e 23,1%, respectivamente. Por outro lado, os menores são encontrados na Oceania e Tasmânia, como mostra a Tabela 2.

Tabela 2 – Produção Hídrica no Mundo por Região - 1998

Regiões do mundo	Vazão média (m ³ /s)	%
Ásia	458.000	31,6
América do Sul	334.000	23,1
América do Norte	260.000	18,0
África	145.000	10,0
Europa	102.000	7,0
Antártida	73.000	5,0
Oceania	65.000	4,5
Austrália e Tasmânia	11.000	0,8
Total	1.448.000	100

FONTE: THOMAZ (2015).

O Brasil possui uma disponibilidade hídrica estimada em 35.732 m³/hab/ano. Além disso, o país detém 12% da quantidade de água doce do mundo (THOMAZ, 2015) e, por isso, é considerado um país “rico em água”, de acordo com a Tabela 3.

Tabela 3 – Classificação da Disponibilidade Mundial de Água Doce

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

FONTE: United Nations Environment Programme – UNEP (2002).

O Brasil possui a maior reserva de água do planeta, cerca de 8% da água doce disponível. Porém, essa água não chega de forma proporcional à população. 73% destas águas estão na Amazônia, onde o índice populacional é pequeno, sendo apenas 5% da população total. O restante da população, 95% do total, é abastecido apenas pelos 27% restantes da água doce disponível. A bacia Amazônica é a maior bacia do Brasil e abrange uma área de drenagem da ordem de 6.112.000 km², ocupando cerca de 42% da superfície total do país. O Brasil, mesmo com sua alta porcentagem de água doce disponível do planeta, encontra-se em uma situação complicada, assim como o restante do mundo. Devido à poluição e degradação ambiental gerada pelo homem, a qualidade da água disponível para uso está decaindo e comprometendo os reservatórios naturais do planeta (ANA, 2002).

De acordo com Marinoski (2007), como o Brasil não apresenta um equilíbrio entre oferta e demanda mesmo possuindo um potencial hídrico muito elevado, suas regiões apresentam grandes diferenças na porcentagem de águas disponíveis e população, não seguindo de maneira lógica uma concordância entre ambos. A Tabela 4 mostra as regiões do Brasil e suas respectivas porcentagens territoriais, populacionais e de disponibilidade de água.

Tabela 4 – Proporção de Área Territorial, Disponibilidade de Água e População para as Cinco Regiões do Brasil

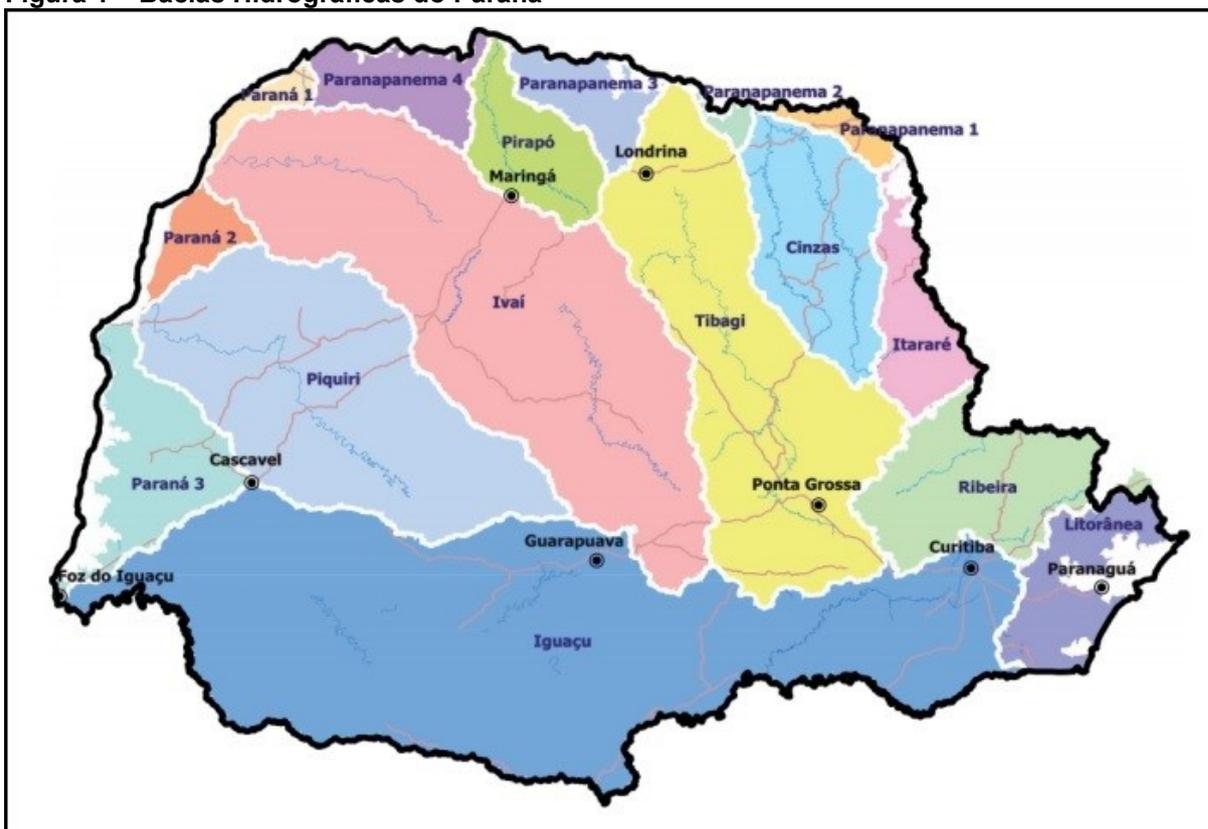
Regiões do Brasil	Área territorial (%)	Disponibilidade de água (%)	População (%)
Norte	45	69	8
Nordeste	18	3	28
Sudeste	11	6	43
Sul	7	6	15
Centro-Oeste	19	15	7

FONTE: GHISI (2006).

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2016), o estado do Paraná, situado na região Sul do país, apresenta uma área territorial de 199.307,939 km² e uma população de 9.563.458 pessoas, o que corresponde a 2,3% e 4,6% do total do país, respectivamente.

Segundo a Agência Nacional de Água (ANA) (2007), o estado do Paraná é dividido em 16 bacias hidrográficas, sendo elas: Litorânea, Iguaçu, Ribeira, Itararé, Cinzas, Tibagi, Ivaí, Paranapanema 1, Paranapanema 2, Paranapanema 3, Paranapanema 4, Pirapó, Paraná 1, Paraná 2, Paraná 3 e Piquiri. Seus rios, além de apresentarem grandes extensões em diversos casos, apresentam grande variedade de utilização e aproveitamento, sendo as principais atividades, os usos para usinas hidrelétricas, lazer e turismo, atividades agrícolas e transporte. A Figura 1 a seguir ilustra as bacias hidrográficas que compõem o estado do Paraná.

Figura 1 – Bacias Hidrográficas do Paraná



FONTE: Revista Bacias Hidrográficas do Paraná – Série Histórica (2015).

4.2 Desperdício de Água Potável

A água potável é de extrema importância para o ser humano e, mesmo com a conscientização de grande parte da população sobre seus benefícios, poucos se preocupam em evitar perdas desnecessárias e economizar água.

As pessoas estão acomodadas com seus estilos de vida e não acreditam que a crise hídrica tende a piorar. Há muitos que acreditam ainda que a água é um recurso natural infinito, não se preocupando com a sua preservação.

Além do descaso de grande parte da população em relação à preservação da água, vazamentos nas instalações, tanto públicas quanto privadas, também é um importante fator que gera desperdício de água potável. Se esse vazamento for visível, ele pode ser identificado e solucionado rapidamente, como torneiras fechadas inadequadamente ou canalizações danificadas em pias de cozinha, torneiras de jardim, tanques, chuveiros, entre outros. Se não for visível, a situação torna-se mais complicada. Nem sempre é fácil identificar e localizar esse problema,

fazendo com que um vazamento possa continuar acontecendo durante dias ou até anos, dependendo da situação (GONÇALVES; OLIVEIRA, 1999).

Um controle eficiente das companhias de água e esgoto é imprescindível para evitar esses problemas, podendo identificar rapidamente quando há um vazamento em rede pública, localizar e providenciar o reparo. Já a detecção de vazamentos em residências privadas, a responsabilidade é do usuário, o qual pode controlar a vazão de água pelo hidrômetro para detectar possíveis vazamentos não visíveis (SANEPAR, 2017).

4.3 Utilização Final de Água

Segundo Marinoski (2007), é preciso uma análise do consumo de água em aparelhos sanitários comparada ao consumo total da edificação para obter os dados e valores dos usos finais de água de cada equipamento. Assim, é possível fazer uma verificação da quantidade de água consumida em cada determinado aparelho.

A água potável é destinada para quase 100% dos usos de água em uma edificação, tais como lavagem de roupas e ambientes, preparação de alimentos e consumo, limpeza pessoal, aparelhos sanitários, entre outros. Das atividades que necessitam do uso de água, nem todas necessitam especificamente de água potável, o que se torna um desperdício. Dentre as possibilidades para resolução desses problemas, existe o reúso de água e o uso de água de chuva.

Essa parcela de água tratada utilizada para fins não potáveis tem um valor significativo no consumo mensal e, se trocada por um sistema de aproveitamento de águas pluviais, traz benefícios diretos para o meio ambiente e para o residente, evitando desperdícios de água potável e diminuindo o valor gasto com água nas edificações (MARINOSKI, 2007).

Os aparelhos e atividades que podem ser realizadas com água não potável são vasos sanitários, torneiras de jardim, lavagem de ambientes internos e externos, de automóveis, entre outros (THOMAZ, 2015).

Segundo Marinoski (2007), em escolas, deve-se ficar ainda mais atento quanto ao desperdício de água, já que os usuários não são responsáveis diretamente pelo pagamento da conta de água e, muitos deles, ainda não têm uma consciência formada sobre a crise hídrica mundial e a necessidade da preservação da água, por serem menores de idade. Em um estudo realizado em uma instituição

de ensino em Florianópolis – SC, os aparelhos que mais consomem água na instituição são os vasos sanitários, as torneiras de pia de cozinha e as torneiras de lavatório, como mostra a Tabela 5.

Tabela 5 – Consumo Total Diário e Total Mensal de Água por Aparelhos e Atividades

Aparelho ou atividade	Consumo (L/dia)	Consumo (L/mês)
Torneiras de lavatório	1.644,47	37.822,80
Bebedouro	109,08	2.508,84
Vaso sanitário	5.238,85	120.493,50
Mictório	973,28	22.385,49
Tanque (laboratórios)	79,94	1.838,60
Irrigação de jardins	41,14	946,29
Lavação de carros	172,70	3.974,40
Lavação de calçadas	14,40	331,20
Limpeza de vidros	0,54	12,50
Limpeza	420,00	9.660,00
Torneira de pia de cozinha	1.769,00	40.687,00
Chuveiro	26,66	613,26
Total	10490,00	241.274,00

FONTE: MARINOSKI, 2007

4.4 Aproveitamento de Água de Chuva

O aproveitamento de água de chuva é uma técnica pouca utilizada no mundo, porém, de grande importância para o planeta. Essa técnica, além de diminuir significativamente os gastos com água potável em uma residência, ainda evita o desperdício do recurso natural água. Além disso, diminuiu drasticamente os riscos

de enchentes, já que vai diminuir a quantidade de água de chuva despejada sobre a superfície do terreno (AMORIM; PEREIRA, 2008).

Segundo Simioni (2004), podem-se citar outras vantagens do sistema de aproveitamento de água de chuva, tais como:

- água com qualidade aceitável para diversos fins com pouco ou nenhum tratamento;
- baixo impacto ambiental;
- complementa o sistema convencional;
- reserva de água para situações de emergência ou interrupção do abastecimento público;
- utiliza estruturas existentes na edificação, como telhados, lajes e rampas.

Segundo May (2004), são quatro os componentes básicos que formam os sistemas de aproveitamento de água de chuva: áreas de coletas, condutores, armazenamento e tratamento.

Para o funcionamento do sistema, a água é captada das áreas de coletas, normalmente telhados e coberturas. Através de calhas e condutores, ela é levada até um reservatório enterrado ou na superfície, passando por um filtro de água e um sistema de descarte das primeiras águas. Esse descarte é necessário, pois nos primeiros volumes de água gerados pela chuva, contém também as impurezas que se encontravam no telhado, como animais mortos, poeiras acumuladas, fezes de animais, entre outros. Após esse primeiro armazenamento, a água coletada é transferida para um segundo reservatório, este elevado, para que possa fazer a distribuição de água para a edificação. Essa água é levada até o reservatório superior por meio de tubulações e bombeamento de água. Esse reservatório superior deve ser separado do reservatório de água potável, evitando contaminações (CARDOSO, 2010).

Ainda segundo Cardoso (2010), a distribuição para a edificação também acontece por meio de tubulações ligadas somente aos aparelhos com fins não potáveis. Não deve haver conexão entre as tubulações de água pluvial e potável, evitando a contaminação desta até que chegue ao destino final. A única ligação entre ambas que deve acontecer é uma ligação entre os reservatórios superiores, de modo que somente a água potável possa passar para o reservatório de água pluvial,

para que os equipamentos com usos finais de água pluvial não sejam prejudicados em caso de seca do reservatório.

Segundo Macomber (2001), é comum a utilização de materiais como telhas galvanizadas pintadas ou esmaltadas com tintas não tóxicas, superfícies de concreto, cerâmicas, policarbonato e fibra de vidro em áreas de captação de água de chuva. Além disso, também são usadas calhas fabricadas com materiais inertes, como policloreto de vinila (PVC). Essas medidas são tomadas para que sejam evitadas que partículas tóxicas vindas destes materiais possam ser levadas até os reservatórios de armazenamentos, evitando assim uma contaminação da água armazenada.

Segundo Marinoski (2007), o tratamento prévio da água depende da qualidade que esta já se encontra no armazenamento, e essa qualidade depende muito do local onde é coletada. A Tabela 6 apresenta as variações da qualidade da água pluvial em função do local de coleta.

Tabela 6 – Variações da Qualidade da Água de Chuva devido ao Sistema de Coleta

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

FONTE: GROUP RAINDROPS, 2002.

4.4.1 Aproveitamento de Água de Chuva no Mundo

Segundo Cardoso (2010), o aproveitamento da água da chuva não é uma técnica recente. Ele afirma que existem relatos dessa atividade a milhares de anos atrás, antes mesmo da era cristã.

De acordo com Thomaz (2015), existem inúmeras cisternas de armazenamento de água de chuva escavadas em rochas anteriores a 3.000 a.C. Um dos exemplos mais conhecidos é a fortaleza de Massada, em Israel, com dez reservatórios escavados na rocha, tendo uma capacidade total de cerca de 40 milhões de litros. No México ainda existem cisternas em uso datadas de antes da chegada de Cristóvão Colombo à América.

Segundo Cardoso (2010), o aproveitamento de água de chuva e desenvolvimento de novas pesquisas, facilitando e garantindo o uso seguro da água a fim de benefícios próprios e para a natureza, é um compromisso de muitos países desenvolvidos, como a Alemanha, Japão, China, Austrália e Estados Unidos, além de outros países da África e a Índia.

Em Tóquio, no Japão, a água da chuva é coletada com muita frequência, já que as cisternas de abastecimento estão situadas distante da cidade. Um exemplo da valorização dada pelo país à questão do aproveitamento de água pluvial foi a elaboração de um moderno projeto de captação de água de chuva em um dos principais estádios da Copa do Mundo de 2002, o estádio Tóquio Dome. A cobertura do estádio, desenvolvida com materiais específicos e resistentes, tem a capacidade de captar a água da chuva a qualquer momento (WAGNER, 2015).

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

4.4.2 Aproveitamento de Água de Chuva em Escolas

O uso de água de chuva em escolas não causa nenhum impacto ambiental e ainda gera economia ao reduzir o gasto com água potável, sendo de fundamental importância para a conservação dos recursos hídricos mundiais (MARINOSKI, 2007).

As escolas têm grande vantagem nesse tema em relação a outras edificações, pois além de ter uma grande área de captação, apresenta um grande consumo de água potável com fins não potáveis.

Como a viabilidade de um projeto de sistema de aproveitamento de águas pluviais está diretamente ligada à área de cobertura, as escolas tem um alto poder de captação de água de chuva, já que na maioria das vezes, apresenta uma grande área de telhado. Quanto maior a área, maior é o poder de captação desse sistema.

Há também um grande número de pessoas que frequentam as escolas grande parte do dia, elevando ainda mais o desperdício de água potável com equipamentos e serviços que poderiam ser utilizados água de chuva. Com isso, o consumo de água potável é muito alto, os gastos são enormes e o desperdício de recursos hídricos tem valor significativo na atual crise hídrica mundial.

Segundo Werneck e Bastos (2006), além da conservação ambiental e da economia gerada à escola, há também outro fator importante socialmente. Como as escolas atendem um elevado número de pessoas, direto e indiretamente, aumenta também a capacidade de divulgação dessa técnica e dos seus benefícios. Sendo assim, pode surgir o interesse de várias pessoas pela implantação do sistema em suas próprias residências ou comércios, contribuindo ainda mais com o meio ambiente.

Foi realizado por Pedroni (2013), um estudo para dimensionar e avaliar economicamente um sistema de captação de água de chuva em uma escola pública do município de Caxias do Sul, chamada Olga Maria Kayser. O projeto visa atender apenas as necessidades de água no que se refere à limpeza da escola e irrigação de uma futura horta.

Para a realização do projeto, buscaram-se informações do local, como características da edificação (telhado) e o consumo de água utilizado nas atividades de irrigação e limpeza em períodos de tempo conhecidos. A próxima etapa foi a verificação da intensidade de chuvas na região e, posteriormente, a realização do

dimensionamento do projeto seguindo a NBR 15.527/2007 – Água da Chuva – Aproveitamento de Coberturas em Áreas Urbanas para Fins Não Potáveis – Requisitos. Para o dimensionamento e a determinação da viabilidade econômica, foram adotados insumos e seus valores condizentes com o mercado da região. O valor final do projeto ficou na faixa de R\$ 27.000,00 a R\$ 30.000,00 e um potencial de economia de água potável significativo, apresentando um tempo de retorno estimado em seis anos (PEDRONI, 2013).

4.4.3 Reservatório de Água de Chuva

O reservatório é um dos componentes mais importantes no sistema de aproveitamento de água de chuva. É nele que fica armazenada toda a água captada. Ele deve ser dimensionado de tal forma que atenda da melhor maneira possível os critérios de demanda de água, custo de implantação, áreas de captação, regime pluviométrico, e confiabilidade requerida para o sistema. A distribuição temporal anual das chuvas é uma importante variável a ser considerada no dimensionamento do reservatório (CASA EFICIENTE, 2010).

De acordo com May (2004), para não tornar o sistema inviável, deve se atentar para um correto dimensionamento do reservatório. Dependendo dos resultados obtidos sobre o volume do reservatório e das condições locais, o armazenamento de água de chuva pode ser realizado para atender a demanda em períodos curtos, médios ou longos de estiagem.

O coeficiente de escoamento superficial adotado, também conhecido como coeficiente de *runoff*, o tamanho da área de captação e a precipitação pluviométrica tem relação direta com a quantidade de água a ser armazenada. O coeficiente de *runoff* indica o percentual de água da chuva que será armazenado no reservatório, já que o volume precipitado não é o mesmo que o armazenado. Essa variação ocorre devido às perdas de água com evaporação, limpeza dos telhados, entre outros (THOMAZ, 2015).

O reservatório pode ser enterrado, apoiado sobre a superfície ou elevado. Se ele for enterrado ou apoiado, deve conter um sistema de bombeamento para que a água armazenada consiga chegar até o reservatório superior, sendo posteriormente distribuída aos equipamentos de uso finais. Se ele for elevado, não será necessário um sistema de bombeamento, porém, deve haver uma estrutura adequada que

suporte todo o peso do sistema. É importante ressaltar que esses reservatórios, inferior e superior, devem ser mantidos fechados, evitando sua contaminação por animais ou sujeiras do local, além de receber limpeza periódica (CASA EFICIENTE, 2010).

Segundo Simioni (2004), a tubulação de saída para consumo deve estar aproximadamente 10 cm acima da base do reservatório e a ela deve ser de cor diferente, separando-a da tubulação de água potável e sendo facilmente distinguida para qualquer eventualidade.

5.2 Alvo de Estudo

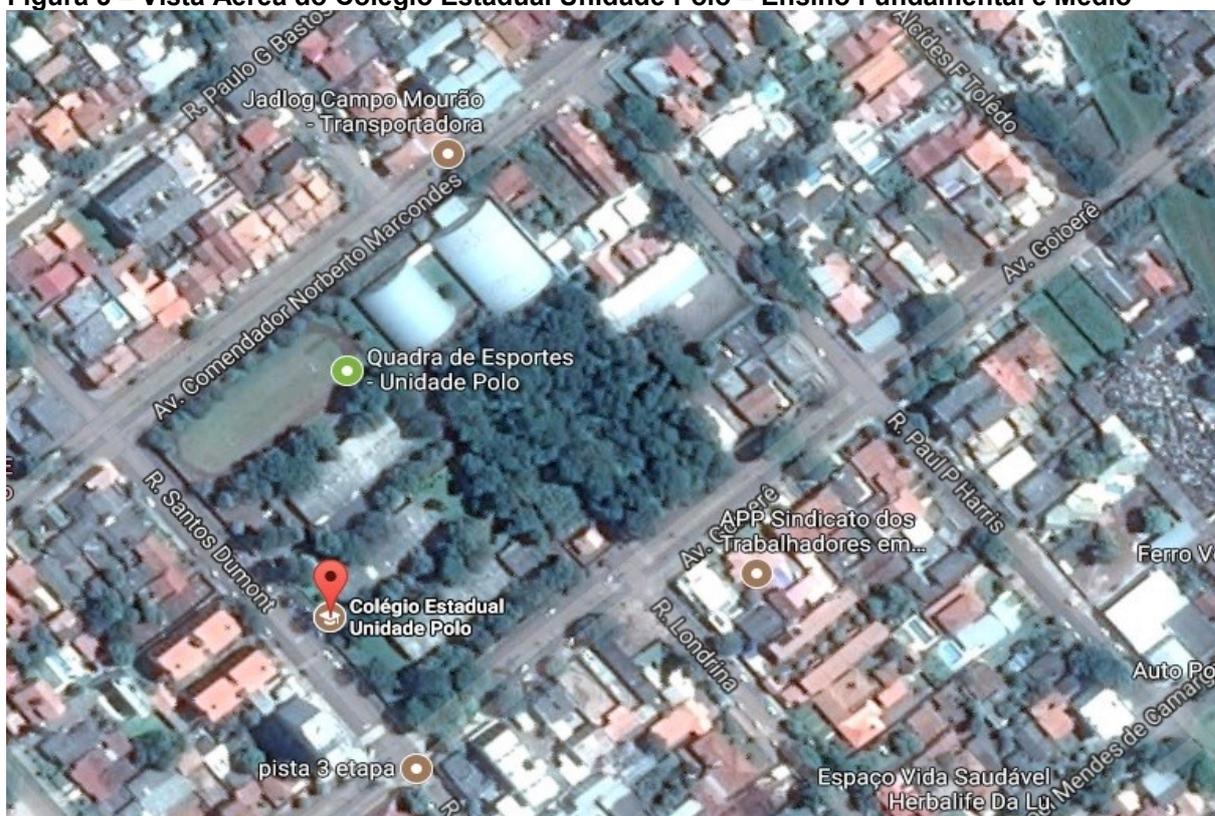
O Colégio Estadual Unidade Polo – Ensino Fundamental e Médio fica localizado na Rua Santos Dumont, nº 1984, bairro centro, na cidade de Campo Mourão – PR.

O Colégio foi inaugurado em 08 de novembro de 1975, porém, começou suas atividades em 1977. Em 1992 começou a funcionar o ensino de 2º Grau regular (UNIDADE POLO, 2017).

Segundo a direção do Colégio (2018), a instituição apresenta uma área total de 18.071 m² e área construída de 8.279 m². É composta por dois blocos de salas de aula, laboratórios de informática, física, química e biologia, cozinha, refeitório, biblioteca, sala dos professores, salas direcionadas à administração do Colégio, campo de futebol e dois ginásios de esporte.

A Figura 3 apresenta a vista aérea do Colégio.

Figura 3 – Vista Aérea do Colégio Estadual Unidade Polo – Ensino Fundamental e Médio



FONTE: Google Earth (2017).

Segundo informações obtidas pela diretoria do Colégio, não existe sistema de aproveitamento de água de chuva na edificação.

5.3 Pesquisa de Dados

Para o levantamento dos dados, estimativa do consumo de água e seus usos finais e, conseqüentemente, a análise econômica do sistema de aproveitamento de água de chuva, foram realizadas entrevistas e distribuídos questionários aos funcionários e alunos, coleta de contas de consumo de água, verificação das áreas de captação, levantamento de dados pluviométricos da região, entre outros.

A área de cobertura é uma das principais variáveis do dimensionamento, pois é a partir dela que é calculada a capacidade máxima de captação de água de chuva e o volume do reservatório.

O levantamento dos dados foi realizado através dos mapas de cobertura da edificação fornecidos pelo Colégio.

Os dados de precipitação pluviométrica foram obtidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

A estação onde os dados foram coletados é a estação 83783 de Campo Mourão – PR, localizada a $-24,05^{\circ}$ de latitude e $-52,36^{\circ}$ de longitude, com altitude de 616,40 metros (INMET, 2017).

Essa estação foi escolhida por estar localizada no município de Campo Mourão e apresentar informações mais corretas e detalhadas sobre a região, além de maiores facilidades de busca e acesso aos dados pluviométricos.

Para uma comparação entre os valores de consumo diários reais de água e os valores estimados, foi necessário o levantamento de dados do consumo de água do Colégio.

O consumo diário real foi verificado através de faturas mensais da concessionária responsável (Companhia de Saneamento do Paraná – SANEPAR), enquanto os valores estimados foram levantados através das entrevistas e questionários fornecidos aos funcionários e alunos do Colégio, além do levantamento de vazões dos aparelhos.

O consumo de água medido pela SANEPAR foi obtido no próprio Colégio e na concessionária.

As faturas de água forneceram o consumo real mensal do Colégio e esse valor foi comparado com os valores estimados através das entrevistas e questionários.

Para a estimativa do percentual de água que pode ser usado águas de chuva, foram realizadas as entrevistas em forma de questionários no mês de abril de 2018 e comparados com o gasto médio mensal de água no ano de 2017, devido a uma reforma que o Colégio estava passando no período das entrevistas e a sua maior probabilidade de erros e desvios da realidade no consumo de água.

Para a realização do dimensionamento pelo Método de Rippl, os dados de consumo de água do Colégio utilizados também foram referentes ao ano de 2017, computados mensalmente. O método utilizado para o dimensionamento será abordado no item 5.6.

5.4 Utilização Final de Água

Foi necessário o levantamento dos aparelhos sanitários para a realização da estimativa do consumo de água para usos finais da edificação, assim como também, as suas características, frequência e tempo de utilização.

Foram verificados os tipos e as quantidades de todos os aparelhos sanitários existentes na edificação, a frequência de utilização de cada aparelho e o tempo gasto em cada utilização. Esses valores serão estimados a partir das entrevistas e questionários respondidos pelos alunos e funcionários do Colégio. Além desses dados, também foram levantadas as vazões de cada aparelho.

Os aparelhos sanitários existentes na edificação foram verificados através de visitas ao Colégio. Além disso, também foram verificadas as atividades existentes que requer a utilização de água e quais aparelhos são usados para esses fins.

A medição das vazões dos aparelhos sanitários foi verificada utilizando um recipiente e um cronômetro, determinado a partir da Equação 1. O recipiente tinha um volume conhecido e o cronômetro mediu o tempo em que esse recipiente levou para ficar cheio.

$$Q = \frac{V}{t} \quad \text{Equação (1)}$$

Onde:

Q = vazão do aparelho sanitário (litros/s);

V = volume coletado do aparelho sanitário (litros);

t = tempo necessário para enchimento do recipiente (segundos).

As medidas ocorreram de forma padronizada, procurando-se abrir os aparelhos com a mesma abertura em que são utilizados normalmente. Os ensaios foram realizados em triplicata.

Quanto aos vasos sanitários e mictórios, por apresentarem maiores dificuldades e falta de equipamentos especiais para a realização das medições, foram determinados valores recomendados pela norma NBR 5626/1998 (ABNT, 1998).

As entrevistas foram realizadas em forma de questionários, onde os alunos e funcionários responderam perguntas sobre quais aparelhos sanitários usam diariamente, qual a frequência de cada um deles e o tempo estimado de cada uso. Antes de preencher, todos envolvidos foram avisados da importância e da finalidade desse questionário para evitar o máximo possível de erros.

A pesquisa foi realizada por amostragem. Levando em consideração um valor de erro amostral, foi calculada uma amostra representativa.

Foi usada uma metodologia apresentada por Barbetta (2003) para o cálculo de tamanho das amostras. Essa metodologia tem como objetivo calcular uma amostra que represente um determinado número de pessoas, conforme descrita na Equação 2.

$$n \geq \frac{n^{\circ} * N}{n^{\circ} + N} \quad \text{Equação (2)}$$

Onde:

$$n^{\circ} \geq \frac{1}{\varepsilon^2};$$

N = número total de pessoas;

ε = erro amostral desejado (10%);

n = amostra de pessoas entrevistadas.

Os questionários aplicados continham perguntas de usos gerais dos aparelhos sanitários e serviços utilizados.

O consumo total diário de água dos aparelhos sanitários considerados de uso individual, como torneiras de banheiro, vasos sanitários e bebedouros, foi estimado

a partir dos questionários respondidos pelos alunos e funcionários, com base na utilização de cada aparelho, sua frequência e tempo de uso.

Já o consumo de água dos aparelhos considerados de uso coletivo, como torneiras de cozinha, de jardins e de máquinas de lavar, não foi determinado através de amostras, e sim, com base nos questionários respondidos por todos os funcionários responsáveis por tais aparelhos e atividades.

O cálculo do consumo médio diário de água de cada aparelho individual foi obtido através da Equação 3.

$$C_{\text{médio aparelho}} = \frac{\sum_i^n f_i * t_i * Q}{n} \quad \text{Equação (3)}$$

Onde:

$C_{\text{médio aparelho}}$ = consumo médio diário de água por pessoa do aparelho (litros/dia/pessoa);

f_i = frequência diária de uso do aparelho (número de vezes utilizado/dia);

t_i = tempo diário de uso do aparelho (segundos/dia);

Q = vazão do aparelho (litros/segundo);

n = número de pessoas entrevistadas.

O cálculo do consumo diário total dos aparelhos foi realizado de acordo com a Equação 4.

$$C_{\text{aparelho}} = C_{\text{médio aparelho}} * P \quad \text{Equação (4)}$$

Onde:

C_{aparelho} = consumo médio diário de água dos aparelhos sanitários (litros/dia);

$C_{\text{médio aparelho}}$ = consumo médio diário de água do aparelho por pessoa (litros/dia/pessoa);

P = população que utiliza os aparelhos sanitários (pessoas).

Após a verificação da quantidade diária de consumo de água por aparelhos sanitários, foi realizado o somatório de todas essas quantidades a fim de encontrar o

consumo total de água de todos os aparelhos sanitários de uso individual, conforme descrita na Equação 5.

$$C_{ap.individual} = C_{ap.individual.1} + C_{ap.individual.2} + \dots + C_{ap.individual.n} \quad \text{Equação (5)}$$

Onde:

$C_{ap.individual}$ = consumo total diário de água dos aparelhos sanitários de uso individual (litros/dia);

$C_{ap.individual.1}$ = consumo total diário de água do aparelho sanitário 1 de uso individual (litros/dia);

$C_{ap.individual.2}$ = consumo total diário de água do aparelho sanitário 2 de uso individual (litros/dia);

$C_{ap.individual.n}$ = consumo total diário de água dos outros aparelhos sanitários de uso individual, contabilizados individualmente (litros/dia).

A determinação do consumo de água de cada um dos aparelhos sanitários de uso coletivo foi calculada através dos questionários respondidos por cada funcionário responsável por tal atividade, e não por amostras. Sendo assim, o consumo estimado em cada atividade representa o consumo total diário, conforme descreve a Equação 6.

$$C_{ap.coletivo} = C_{ap.coletivo.1} + C_{ap.coletivo.2} + \dots + C_{ap.coletivo.n} \quad \text{Equação (6)}$$

Onde:

$C_{ap.coletivo}$ = consumo total diário de água dos aparelhos sanitários de uso coletivo (litros/dia);

$C_{ap.coletivo.1}$ = consumo total diário de água do aparelho sanitário 1 de uso coletivo (litros/dia);

$C_{ap.coletivo.2}$ = consumo total diário de água do aparelho sanitário 2 de uso coletivo (litros/dia);

$C_{ap.coletivo.n}$ = consumo total diário de água dos outros aparelhos sanitários de uso coletivo, contabilizados individualmente (litros/dia).

O somatório do consumo total diário de água dos aparelhos sanitários de uso individual e de uso coletivo representa o consumo total de água do Colégio, conforme descrita na Equação 7.

$$C_{diário\ total} = C_{ap.individual} + C_{ap.coletivo} \quad \text{Equação (7)}$$

Onde:

$C_{diário\ total}$ = consumo total diário de água dos aparelhos sanitários (litros/dia);

$C_{ap.individual}$ = consumo total diário de água dos aparelhos sanitários de uso individual (litros/dia);

$C_{ap.coletivo}$ = consumo total diário de água dos aparelhos sanitários de uso coletivo (litros/dia).

Para o consumo mensal total de água, foi utilizada a quantidade de dias de utilização de cada aparelho específico, conforme descrita na Equação 8.

$$C_{mensal\ total} = C_{diário\ total} * d_{utilização} \quad \text{Equação (8)}$$

Onde:

$C_{mensal\ total}$ = consumo total mensal de água dos aparelhos sanitários (litros/mês);

$C_{diário\ total}$ = consumo total diário de água dos aparelhos sanitários (litros/dia);

$d_{utilização}$ = dias de utilização de cada aparelho no mês (dias).

Para ajustar as diferenças do consumo real e estimado de água, foi necessário realizar uma análise de sensibilidade dos aparelhos.

Essa análise de sensibilidade consiste na variação da duração da utilização dos aparelhos sanitários em intervalos de tempo adequados e verifica a influência de cada aparelho sobre a variação do consumo final de água.

Sendo assim, foi realizada uma análise de sensibilidade entre os dados estimados através das entrevistas e os dados medidos pela SANEPAR a fim de verificar a influência do erro de cada dado levantado, determinar os aparelhos mais sensíveis a erros e corrigir o consumo de água calculado.

5.5 Análise do Potencial de Economia de Água Potável

Para a avaliação da viabilidade do sistema de aproveitamento de água pluvial, será necessário verificar o potencial de economia de água potável desse sistema e dimensionar o volume ideal do reservatório.

Serão analisados e determinados quais os aparelhos sanitários que poderão utilizar água pluvial. O percentual de água potável que poderá ser substituído por água de chuva será determinado através da soma dos percentuais dos aparelhos sanitários que serão utilizados água pluvial, como mostra a Equação 9.

$$P_{ap} = P_{ap.1} + P_{ap.2} + \dots + P_{ap.n} \quad \text{Equação (9)}$$

Onde:

P_{ap} = percentual de água potável que pode ser substituído por água de chuva (%);

$P_{ap.1}$ = percentual de água potável consumido no aparelho sanitário 1 que pode ser utilizada água de chuva (%);

$P_{ap.2}$ = percentual de água potável consumido no aparelho sanitário 2 que pode ser utilizada água de chuva (%);

$P_{ap.n}$ = percentual de água potável consumido no aparelho sanitário n que pode ser utilizada água de chuva (%).

5.6 Reservatórios de Água Pluvial

O reservatório é um dos componentes mais importantes na implantação do sistema de aproveitamento de água de chuva. O seu correto dimensionamento é de extrema importância para o sistema, fazendo com que tenha o melhor custo-benefício possível. Para seu dimensionamento, as variáveis mais importantes são: área de captação, demanda de água pluvial, precipitação pluviométrica e custos totais de implantação.

Os dados da área de captação serão obtidos através das plantas de cobertura do Colégio, a demanda de água pluvial será estimada através dos cálculos de consumo diário de água por pessoa, a precipitação pluviométrica será obtida através

dos dados pluviométricos da região, e os custos totais de implantação serão estimados através dos custos unitários para obras e serviços de engenharia disponibilizados pelo Sindicato da Indústria da Construção Civil no Estado do Paraná (SINDUSCON-PR).

O reservatório será dimensionado através do Método de Rippl. Esse método utiliza os dados de precipitação pluviométrica, de área de captação, demanda de água e o coeficiente de escoamento superficial para a determinação do volume do reservatório.

Os dados de precipitação pluviométrica tem extrema importância no dimensionamento do reservatório utilizando esse método, pois sua disponibilidade de dados está diretamente relacionada com o grau de precisão do dimensionamento. Quanto menor o intervalo nos dados pluviométricos e mais prolongado o período analisado, maior a eficiência do dimensionamento (CAMPOS, 2004).

O volume do reservatório é calculado conforme descreve a Equação 10.

$$R_t = D_t - P_t \quad \text{Equação (10)}$$

Onde:

R_t = volume de água no reservatório no tempo (litros);

D_t = demanda ou consumo no tempo (litros);

P_t = volume de chuva aproveitável no tempo (litros).

O volume de chuva aproveitável no tempo (P_t) é calculado através da Equação 11.

$$P_t = Precip_t * A_{\text{captação}} * C \quad \text{Equação (11)}$$

Onde:

P_t = volume de chuva aproveitável no tempo (litros);

$Precip_t$ = precipitação pluviométrica do local no tempo (mm);

$A_{\text{captação}}$ = área de captação (m²);

C = coeficiente de escoamento superficial.

O volume total de água no reservatório é obtido através da Equação 12.

$$V_{R.total} = \sum R_t, \text{ somente para valores } R_t > 0 \quad \text{Equação (12)}$$

Onde:

$V_{R.total}$ = volume total de água no reservatório (litros);

R_t = volume de água no reservatório no tempo (litros).

Os volumes efetivos a serem utilizados nos reservatórios superior e inferior foram determinados de acordo com a NBR 5626/1998 e com as capacidades de reservatórios disponibilizados para comercialização.

As calhas, utilizadas para distribuição da água da cobertura até os reservatórios foram dimensionadas de acordo com a NBR 10855/1989.

Segundo a NBR 15527/2007, deve ser instalado um dispositivo para remoção dos detritos que estão localizados nos telhados. Esse sistema remove as primeiras águas da chuva e foi dimensionado conforme indicado pela norma específica.

5.7 Análise da Viabilidade Econômica

Após a verificação do consumo de água potável que pode ser substituído por água de chuva e o dimensionamento do reservatório de água pluvial, foi necessário calcular os custos de implantação e operação desse sistema para, posteriormente, calcular a viabilidade econômica do mesmo.

Os custos com materiais e equipamentos, custos de energia elétrica devido ao sistema de bombeamento de água e os custos de mão-de-obra são as variáveis principais que compõem os custos da implantação e operação do sistema.

Para a obtenção dos valores das motobombas, dos reservatórios e do sistema de descarte das primeiras águas de chuva, foi realizada uma cotação em várias lojas de materiais de construção da cidade de Campo Mourão e nas principais lojas virtuais de construção civil. Os materiais foram orçados pela média dos preços pesquisados.

Os custos com tubulações e conexões serão estimados através de uma porcentagem do montante final orçado. Para a instalação hidráulica de uma obra, a variação do custo é de 7 a 11% (ADEMILAR, 2013). Para o estudo em questão,

estabeleceu-se um fator de 15% sobre o total deste orçamento para os custos com tubos e conexões.

As calhas, a mão de obra e os materiais utilizados para a execução dos serviços, como demolição de revestimentos de azulejos, abertura e rasgos em alvenaria, enchimento de rasgos e colocação de piso cerâmico extra, foram orçados de acordo com os custos unitários para obras e serviços de engenharia disponibilizados pelo SINDUSCON-PR.

Os custos de operação do sistema foram estimados através do custo de energia elétrica consumida pelo conjunto motobomba. Segundo a NBR 5626/1998, é recomendado o uso de, no mínimo, duas motobombas independentes no sistema. A segunda motobomba não irá trabalhar simultaneamente a primeira e só será utilizada em caso de falha da outra unidade, não prejudicando o abastecimento de água da edificação.

A escolha da potência e do conjunto motobomba foi realizada através de dados e informações disponibilizadas nos catálogos da SCHNEIDER Motobombas, obtidos através da Franklin Electric Indústria de Motobombas SA ©, cujas variáveis adotadas foram altura manométrica total e vazão desejada.

Após selecionar o conjunto motobomba, foi necessário estimar o tempo de funcionamento diário do conjunto com base na vazão da motobomba, além da quantidade de dias que o sistema será utilizado no período de tempo determinado.

As informações referentes ao equipamento adotado e os valores (R\$/kWh) cobrados pela concessionária responsável (Companhia Paranaense de Energia - COPEL) indicaram os valores operacionais gastos com o conjunto. Esse custo mensal é determinado através da Equação 13.

$$CM_{energia\ elétrica} = P_{motobomba} * t * N * V_{COPEL} \quad \text{Equação (13)}$$

Onde:

$CM_{energia\ elétrica}$ = custo mensal de energia elétrica para o funcionamento do sistema de bombeamento de água de chuva (R\$);

$P_{motobomba}$ = potência da moto-bomba (kW);

t = tempo diário de funcionamento do sistema de bombeamento de água de chuva (h/dia);

N = número de dias de funcionamento do sistema de bombeamento de água de chuva no mês (dias)

V_{COPEL} = valor cobrado pela COPEL, pela energia elétrica consumida (R\$/kWh).

Para a análise econômica do sistema de aproveitamento de água de chuva, foi necessário calcular os novos gastos com água potável e com energia elétrica do sistema. Após esse cálculo, foi determinada a quantidade monetária economizada da implantação do sistema através da comparação entre os valores gastos de energia elétrica e água antes e após a instalação.

Além da diminuição do consumo de água potável e, conseqüentemente, a diminuição da conta de água, haverá um aumento na conta de energia elétrica devido ao uso do conjunto motobomba, que não era utilizado anteriormente. Essa comparação é necessária para obter o valor exato de economia que o sistema provocará.

A Equação 14 descreve como será calculado o novo custo médio mensal após a instalação do sistema.

$$CM_{ap} = \left[C_{mensal} * \frac{(100 - P_{ap})}{100} * V_{SANEPAR} \right] + CM_{energia\ elétrica} \quad \text{Equação (14)}$$

Onde:

CM_{ap} = custo médio mensal após a implantação do sistema de aproveitamento de água de chuva (R\$/mês);

C_{mensal} = consumo médio mensal de água potável no Colégio (m³/mês);

P_{ap} = percentual de água potável que pode ser substituído por água de chuva através da implantação do sistema de aproveitamento de água pluvial (%)

V_{COPEL} = valor cobrado pela SANEPAR, pela água potável consumida (R\$/m³);

$CM_{energia\ elétrica}$ = custo mensal de energia elétrica para o funcionamento do sistema de bombeamento de água de chuva (R\$).

Para a verificação do período de retorno, é necessário calcular a diferença dos gastos mensais do Colégio antes e depois da implantação do sistema. Essa diferença é calculada conforme descrita na Equação 15.

$$E_{mensal} = CM_{\text{água potável 1}} - CM_{ap} \quad \text{Equação (15)}$$

Onde:

E_{mensal} = economia monetária mensal após a implantação do sistema de aproveitamento de água de chuva (R\$/mês);

$CM_{\text{água potável 1}}$ = custo médio mensal de água potável antes da implantação do sistema de aproveitamento água de chuva (R\$/mês);

CM_{ap} = custo médio mensal após a implantação do sistema de aproveitamento de água de chuva (R\$/mês).

Foi utilizado o método do *payback* descontado para o cálculo do período de retorno do investimento. Esse método consiste na análise do prazo de recuperação do investimento, considerando uma taxa de desconto (PRATES, 2016).

O prazo de retorno (número de meses para que o fluxo de caixa futuro acumulado iguale o capital investido) foi calculado por meio da Equação 16.

$$I_0 \leq \sum_1^n \frac{B_n - C_n}{(1 + i)^n} \quad \text{Equação (16)}$$

Onde:

I_0 = investimento inicial;

B = benefícios;

C = custos relevantes, excluindo os custos de implantação;

i = taxa mínima de atratividade (TMA);

n = variável tempo (número de períodos medido em meses).

6 RESULTADOS

6.1 Pesquisa de Dados

Com as informações e os dados necessários para o presente trabalho, especificados a partir do item 5.3, foram levantadas as informações a respeito da quantidade estimada de consumo de água dos alunos e funcionários do Colégio com base em questionários entregues e respondidos pelos mesmos, do consumo real medido pela coleta de contas de consumo de água, da área de captação de água e dos dados pluviométricos da região.

O levantamento dos dados pluviométricos foi realizado na estação 83783 de Campo Mourão – PR no período de 1995 a 2015, com exceção do ano de 2001 onde não há registros das precipitações mensais.

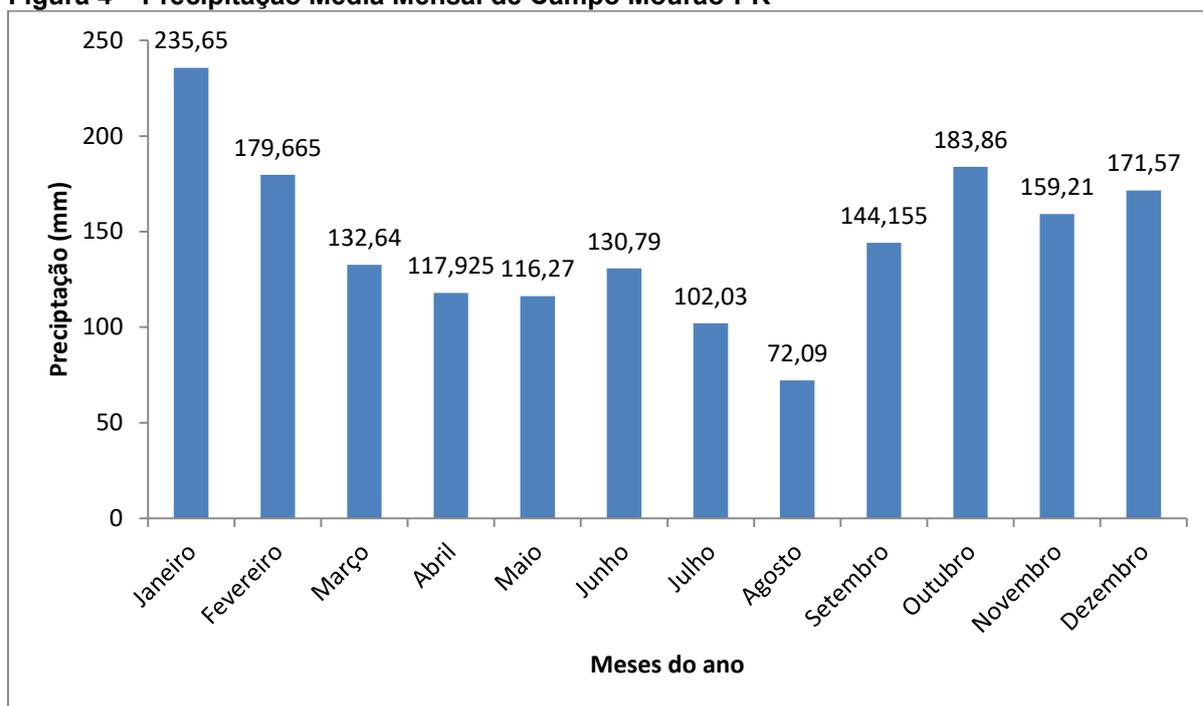
Quanto maior o período de registro pluviométrico, melhor é a análise, pois existem fenômenos climáticos que ocorrem de tempos em tempos, sem uma determinada precisão. Esses fenômenos podem gerar variações nas precipitações anuais de determinada região e influenciar consideravelmente no dimensionamento dos reservatórios de água de chuva, já que estes dependem diretamente da precipitação.

Como exemplos desses fenômenos, existem o *El Niño* e o *La Niña*, que correspondem ao aquecimento e esfriamento anormal das águas do Oceano Pacífico, respectivamente. Eles ocorrem em épocas opostas e influenciam diretamente na intensidade das chuvas na região Sul do Brasil.

No período considerado neste trabalho, segundo o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (2018) e o Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (2018), os fenômenos *El Niño* e *La Niña* ocorreram com intensidades forte, moderada e fraca, revezando seus períodos de ocorrência e intensidades.

A precipitação média mensal do período analisado está ilustrada na Figura 4.

Figura 4 – Precipitação Média Mensal de Campo Mourão-PR



FONTE: Instituto Nacional de Meteorologia - INMET (2018)

Os dados de precipitações mensais no intervalo de tempo estudado encontram-se no Anexo 1.

Para a área de captação de água foi considerada apenas a área de cobertura do Bloco A, Bloco B e Bloco Administrativo, por apresentarem uma área maior e a cobertura ser uma área mais limpa, onde não precisa de tratamento prévio. Em áreas como pátios e calçadas, mesmo que para usos não potáveis, a água não se encontra com a qualidade necessária para o seu uso e precisa passar por um tratamento após a coleta. Desse modo, foi obtida uma área de captação de águas pluviais de 2.280 m². A planta de cobertura do Colégio está disponível no Anexo 2.

Para a verificação do consumo real de água, foram levantados os dados referentes à conta de água do Colégio fornecida pela SANEPAR, sendo possível fazer uma comparação entre o consumo real e o estimado de água.

6.2 Utilização Final de Água

Os tipos de aparelhos sanitários existentes na edificação, assim como suas características de utilização foram obtidos através das visitas ao Colégio.

Como o Colégio estava passando por uma reforma no período das entrevistas e medições, alguns serviços e pontos hidráulicos foram alterados.

Na sala dos professores, foi constatado 1 torneira de acionamento manual, apresentada na Figura 5.

Figura 5 – Pia Sala dos Professores



FONTE: Autoria Própria (2018)

Na cozinha, cantina e lavanderia, o número de torneiras de acionamento manual encontradas foi de 7 torneiras, dispersas em pias, tanques e máquinas de lavar, apresentados nas Figuras 6 e 7.

Figura 6 – Pia e Tanque Cozinha



FONTE: Autoria Própria (2018)

Figura 7 – Torneiras Lavanderia



FONTE: Aatoria Própria (2018)

No laboratório de química, foi constatado 2 torneiras de acionamento manual dispersas em uma pia e um tanque, apresentados nas Figuras 8 e 9..

Figura 8 – Pia Laboratório



FONTE: Aatoria Própria (2018)

Figura 9 – Tanque Laboratório



FONTE: Aatoria Própria (2018)

Nas áreas sociais do Colégio, foi constatado 6 torneiras de acionamento automático designadas aos bebedouros, 1 bebedouro elétrico e 8 torneiras de acionamento manual, dispersas em jardins, hortas, corredores e áreas comuns, apresentados nas Figuras 10, 11 e 12.

Figura 10 – Torneira Bebedouro



FONTE: Aatoria Própria (2018)

Figura 11 – Bebedouro Elétrico



FONTE: Aatoria Própria (2018)

Figura 12 – Torneira Jardim



FONTE: Aatoria Própria (2018)

No ginásio de esportes, foi constado 3 torneiras de acionamento automático designadas aos bebedouros, apresentadas na Figura 13.

Figura 13 – Bebedouro Ginásio



FONTE: Aatoria Própria (2018)

Nos banheiros designados aos professores, considerando o feminino e o masculino, foi constatado 3 torneiras de acionamento manual, 4 vasos sanitários com válvula de descarga e 1 mictório. No banheiro designado aos alunos, foi constatado 3 mictórios, 5 vasos sanitários com válvula de descarga, 7 pontos de chuveiro e 2 torneiras de acionamento manual. No banheiro adaptado para deficientes, foi constatado 1 torneira de acionamento manual, 1 vaso sanitário com válvula de descarga e 1 ponto de chuveiro. As imagens dos aparelhos sanitários dispersos nos banheiros estão apresentadas nas Figuras 14, 15, 16 e 17.

Figura 14 – Vaso Sanitário Banheiro Professores



FONTE: Aatoria Própria (2018)

Figura 15 – Pia Banheiro Professores



FONTE: Aatoria Própria (2018)

Figura 16 – Banheiro Adaptado



FONTE: Aatoria Própria (2018)

Figura 17 – Mictório Banheiro Alunos



FONTE: Aatoria Própria (2018)

Como a escola estava em reformas, ela contava com apenas um banheiro para uso dos alunos e sempre havia um monitor controlando o acesso de meninas e meninos no banheiro, evitando assim que alunos de sexo diferente usassem o banheiro ao mesmo tempo.

O ginásio também apresenta 2 banheiros com 3 vasos sanitários cada, mas não são usados.

Segundo a direção do Colégio, os pontos de chuveiro e os banheiros do ginásio sempre se encontram com o registro fechado e não são utilizados. Seu uso está restrito apenas a situações raras e específicas no ano, como eventos esportivos e torneios.

A vazão de cada aparelho foi verificada conforme descrito no item 5.4 e seus valores são apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 – Vazão dos Aparelhos Sanitários Existentes

Aparelho sanitário	Local	Vazão (litros/segundo)
Torneira Lavatório	Sala dos professores	0,10
Torneiras Lavatórios	Banheiros Professores	0,10
Torneiras Lavatórios	Banheiros Alunos	0,13
Torneira Pia	Cozinha	0,11
Torneira Pia	Laboratório	0,17
Torneira Pia	Cantina	0,15
Torneira Tanque	Cozinha	0,11
Torneiras Tanque	Lavanderia	0,12
Torneira Tanque	Laboratório	0,06
Torneiras Bebedouros	Área Social	0,04
Bebedouro Elétrico	Cantina	0,01
Vasos Sanitários	Banheiros Professores	1,7
Vasos Sanitários	Banheiro Alunos	1,7
Mictórios	Banheiro Professores	0,15
Mictórios	Banheiro Alunos	0,15
Torneiras Mangueiras	Área Externa	0,15

FONTE: Autoria Própria (2018)

As reformas no Colégio e os pontos de água que não são utilizados regularmente não prejudicam os resultados do trabalho. Mesmo que os pontos de água disponíveis para uso sejam menores, a demanda dos usuários continua a mesma.

Como o Colégio possui um número muito alto de alunos e funcionários (1.005 alunos e 102 funcionários), foi realizada uma pesquisa por amostragem, levando em consideração um erro amostral inicial de 10%. Os questionários utilizados para a realização das entrevistas estão disponível no Anexo 3.

Através dos dados encontrados com a Equação 2, obteve-se o tamanho desejado de amostra de cada categoria.

A Tabela 8 apresenta a população total do Colégio de cada categoria, o tamanho da amostra desejada e o tamanho da amostra obtida.

Tabela 8 – População Total do Colégio, Amostra Desejada e Amostra Obtida

Categoria de usuários	População	Amostra Desejada	Amostra Obtida
Alunos	1.005	91	88
Funcionários	102	102	19

FONTE: Autoria Própria (2018).

Conforme a quantidade de amostras obtidas em cada categoria, o valor do erro amostral sofreu algumas variações. O erro amostral utilizado em cada categoria está apresentado na Tabela 9.

Tabela 9 – Erro Amostral Utilizado em cada Categoria de Usuários

Categorias de usuários	Erro amostral utilizado (%)
Alunos	10,18
Funcionários	20,69

FONTE: Autoria Própria (2018).

A diferença obtida entre o erro amostral desejado e o utilizado ocorreu devido a questionários devolvidos em brancos.

Como os questionários entregues também obtinham perguntas abertas, nem todos os entrevistados responderam especificamente cada item que foi questionado. Assim, para a estimativa do consumo de água do Colégio, foram analisados apenas

6 itens, sendo eles: torneiras de banheiro, bebedouros, vaso sanitários, mictórios, torneiras de jardim/tanque e torneiras de cozinha.

As torneiras de lavatórios, mesmo tendo uma pequena diferença de vazão de um banheiro para o outro, foram considerados apenas como um item. Para determinar a vazão, foi realizada uma média ponderada entre a vazão dos aparelhos sanitários dos 3 banheiros.

Para os bebedouros, também foi considerado apenas um item para bebedouro elétrico e os de torneira na área social. A vazão considerada também foi a média ponderada entre os dois itens.

As torneiras de tanques e de jardins também foram agrupadas em apenas um item devido às dificuldades de análise dos questionários respondidos. A vazão também foi considerada uma média ponderada entre os itens.

Também foram agrupados apenas como um item, a torneira e o tanque do laboratório. A vazão do item agrupado também foi calculada como a média ponderada entre os dois aparelhos.

Outros itens que também foram agrupados em apenas um foram a torneira de pia da cozinha, o tanque da cozinha e torneira de pia da cantina. Também foi realizada uma média ponderada para obter a vazão do item agrupado.

No entanto, os itens e as suas respectivas vazões consideradas nos questionários estão dispostos na Tabela 10.

Tabela 10 – Vazão dos Aparelhos Sanitários Considerados nos Questionários

Aparelhos Sanitários	Vazão (litros/segundo)
Torneiras de banheiro	0,113
Bebedouros	0,036
Vasos sanitários	1,7
Mictórios	0,15
Torneiras de jardim/tanques	0,14
Torneiras de cozinha	0,123
Torneiras de laboratório	0,115

FONTE: Autoria Própria (2018).

Para a estimativa do consumo de água do Colégio dos aparelhos sanitários de uso individual, foi calculada a média de consumo de cada aparelho pela Equação 3. O resultado encontrado foi multiplicado pelo número total de pessoas que utilizam cada aparelho, conforme a Equação 4, obtendo-se assim, o consumo médio diário estimado de cada aparelho sanitário de uso individual. Para a estimativa do consumo diário de água total de todos os aparelhos sanitários de uso individual, os dados encontrados foram aplicados na Equação 5.

Ainda sobre os aparelhos sanitários de uso individual, alguns questionários apresentaram respostas consideradas incoerentes e exageradas no tempo estimado em cada vez que se utiliza o aparelho, com valores muito elevados em comparação com a média de consumo. No entanto, esses valores irracionais foram retirados dos questionários e substituídos pela média dos outros valores. Os aparelhos que sofreram essa modificação foram os vasos sanitários e os mictórios.

Para a estimativa do consumo de água do Colégio dos aparelhos sanitários de uso coletivo, não foi utilizado cálculos através de uma pesquisa por amostragem, e sim, através dos questionários respondidos por cada funcionário responsável por cada atividade.

Porém, como não foram respondidos todos os questionários entregues e, aos que foram devolvidos respondidos, não obterem respostas precisas e específicas quanto ao tempo de uso diário, impossibilitando uma estimativa em número, os consumos dos itens torneiras de jardim/tanque, torneiras de cozinha e torneiras de laboratório foram considerados os mesmos que o encontrado em outro trabalho do mesmo tema realizado por Marinoski (2007), também realizado em uma instituição de ensino. Os valores encontrados foram divididos pelo número de pessoas do trabalho encontrado e multiplicado pelo número de pessoas do Colégio do presente trabalho.

Os resultados de consumo dos aparelhos de uso individual e coletivo estão apresentados na Tabela 11.

Tabela 11 – Consumo Diário de Água dos Aparelhos de Uso Individual e Coletivo

Aparelhos sanitários	Consumo (litros/dia)
Torneiras de banheiro	3.144,8
Bebedouros	1.690,9
Vasos sanitários	9.304,0
Mictórios	384,9
Torneiras de jardim/tanques	105,4
Torneiras de cozinha	949,7
Torneiras de laboratório	42,9

FONTE: Autoria Própria (2018).

Para o consumo mensal total estimado de água, foi utilizada a quantidade de dias de utilização de cada aparelho específico no mês, conforme mostra a Equação 8. Segundo a direção do Colégio, o mesmo funciona 20 dias por mês, já que não há aulas nos finais de semana. Os dados de consumo mensal total de cada aparelho de uso individual e coletivo estão dispostos na Tabela 12.

Tabela 12 – Consumo Mensal de Água dos Aparelhos de Uso Individual e Coletivo

Aparelhos sanitários	Consumo (litros/mês)
Torneiras de banheiro	62.896,0
Bebedouros	33.818,0
Vasos sanitários	186.080,0
Mictórios	7.698,0
Torneiras de jardim/tanques	2.108,0
Torneiras de cozinha	18.994,0
Torneiras de laboratório	858,0

FONTE: Autoria Própria (2018).

A Tabela 13 mostra a comparação dos consumos de água mensal médio real do ano de 2017 e estimado do Colégio.

Tabela 13 – Comparação entre Consumo de Água Real e Estimado do Colégio

Tipo de consumo	Consumo
Estimado (m ³ /mês)	312,45
Real (m ³ /mês)	205,11
Diferença (m ³ /mês)	107,34
Diferença (%)	52,33

FONTE: SANEPAR; Autoria Própria (2018).

Como o Colégio não tem aulas durante os meses dezembro, janeiro e fevereiro, estes meses foram desconsiderados no consumo médio mensal real, pois, contabilizando todos os meses, o resultado final do trabalho pode ser prejudicado, mostrando um consumo médio de água menor do que o real no período letivo, que é a maior parte do ano.

Os dados mensais de consumo real de água do Colégio de 2017 fornecidos pela SANEPAR junto ao ofício respondido ao Colégio com os dados estão disponíveis no Anexo 4.

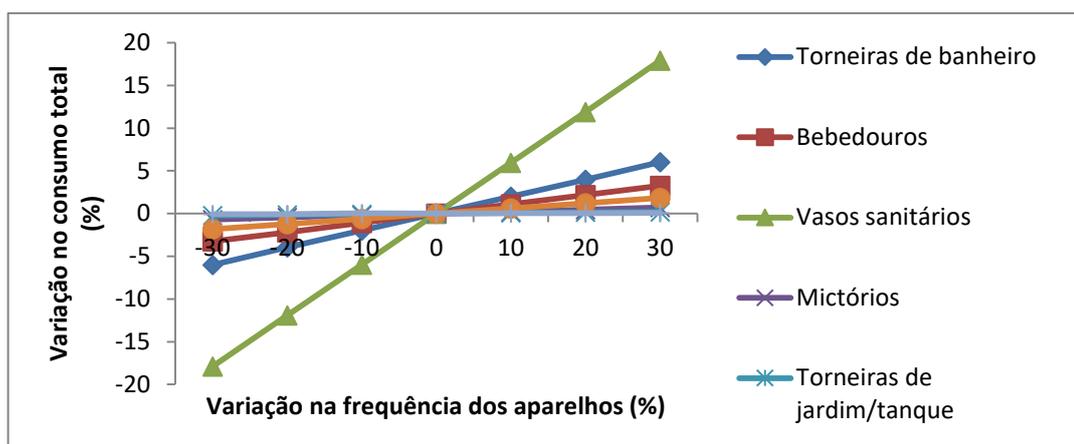
Com a obtenção dos valores estimados e reais, é possível verificar que há uma diferença entre ambos.

Essa diferença foi de 107.340 litros/mês, correspondente a 52,33%. Essa diferença é considerada alta e o motivo principal é a imprecisão das respostas coletadas nos questionários. Para retificar esses erros, foi realizada uma correção dos usos finais, onde essa diferença encontrada será atribuída aos dois itens de aparelhos sanitários de maiores sensibilidades.

Para cada item, variaram-se as frequências médias de utilização obtidas através das entrevistas em -30%, -20%, -10%, +10%, +20% e +30%. À medida que foi realizada essas variações, foram analisados os resultados do consumo de água, obtendo-se assim, a influência de cada aparelho.

Com essa variação, foi verificado que o aparelho com maior sensibilidade foi o vaso sanitário, e o segundo com maior sensibilidade, foi a torneira de banheiro, conforme mostra a Figura 18.

Figura 18 – Gráfico de Sensibilidade dos Aparelhos Sanitários



FONTE – Autoria Própria (2018)

Após a realização da análise de sensibilidade de cada aparelho e a definição dos dois aparelhos mais sensíveis, foi possível realizar os ajustes necessários para a correção dessas diferenças.

A diferença mensal de 107.340 litros foi atribuída proporcionalmente ao consumo de água estimado desses dois aparelhos.

A soma do consumo de água do vaso sanitário e da torneira de banheiro foi de 249.000 litros, onde 74,74% correspondem ao vaso sanitário e 25,26% correspondem à torneira de banheiro. Sendo assim, essa mesma porcentagem foi aplicada à diferença de consumo total do Colégio estimado e real, onde essa diferença de 107.340 litros foi multiplicada por 0,7474 e 0,2526. Esses valores encontrados foram subtraídos de cada um desses dois aparelhos sanitários mais sensíveis, respectivamente, corrigindo essa diferença que havia entre o valor real e estimado de consumo de água do Colégio.

Os valores corrigidos de consumo mensal de água para cada aparelho estão apresentados na Tabela 14.

Tabela 14 – Consumo Mensal de Água Corrigido dos Aparelhos Sanitários

Aparelhos sanitários	Consumo (litros/mês)
Torneiras de banheiro	35.781,9
Bebedouros	33.818,0
Vasos sanitários	105.854,1
Mictórios	7.698,0
Torneiras de jardim/tanques	2.108,0
Torneiras de cozinha	18.994,0
Torneiras de laboratório	858,0

FONTE: Autoria Própria (2018).

6.3 Análise do Potencial de Economia de Água Potável

Para a estimativa do volume ideal do reservatório, foi preciso verificar o potencial de economia de água potável na edificação. Para isso, os vasos sanitários, mictórios e torneiras de jardim/tanque foram definidos como os aparelhos sanitários onde pode ser utilizada água não potável.

O percentual de água potável que poderá ser substituído por água de chuva é de 56,39%, calculado conforme a Equação 9.

6.4 Reservatórios de Água Pluvial

Para o dimensionamento do reservatório, foi utilizado o Método de Rippl.

A área de captação foi definida em 2.280 m², conforme planta de cobertura do Colégio.

A demanda de água foi definida em 115,62 m³/mês, conforme foi calculado o volume de água potável que pode ser substituído por água de chuva.

O coeficiente de escoamento superficial foi definido em 0,85, conforme indicado para telhas cerâmicas, segundo Thomaz (2015).

A precipitação pluviométrica foi definida conforme a média dos valores mensais de precipitação do período analisado. O volume de chuva médio aproveitável em cada mês está apresentado na Tabela 15.

Tabela 15 – Método de Rippl

Meses do ano	Precipitação média mensal (mm)	Área de captação (m ²)	Demanda mensal (litros)	Volume de água no reservatório (litros)	Volume total de água no reservatório (litros)
Janeiro	235,65	2.280	115.615,2	-341.074,5	0
Fevereiro	179,665	2.280	115.615,2	-232.575,57	0
Março	132,64	2.280	115.615,2	-141.441,12	0
Abril	117,925	2.280	115.615,2	-112.923,45	0
Mai	116,27	2.280	115.615,2	-109.716,06	0
Junho	130,79	2.280	115.615,2	-137.855,82	0
Julho	102,03	2.280	115.615,2	-82.118,94	0
Agosto	72,09	2.280	115.615,2	-24.095,22	0
Setembro	144,155	2.280	115.615,2	-163.757,19	0
Outubro	183,86	2.280	115.615,2	-240.705,48	0
Novembro	159,21	2.280	115.615,2	-192.933,98	0
Dezembro	171,57	2.280	115.615,2	-216.887,46	0

FONTE: Aatoria Própria (2018).

De posse dos resultados da tabela, não existe um volume mínimo específico do reservatório para manter o Colégio abastecido com água de chuva. Porém, para essa análise, a precipitação deveria ser a mesma todos os dias e ocorrer chuva o dia todo para manter os aparelhos sanitários em perfeito funcionamento com água pluvial.

Como não existe essa possibilidade e que as chuvas não são frequentes todos os dias, assim como também não tem a mesma intensidade e volume a cada precipitação, é necessário um reservatório para suprir as necessidades de água dos aparelhos nesses dias sem chuva.

Foi estipulado então um reservatório de 36.000 litros. Com esse volume, desde que o reservatório esteja cheio, o funcionamento do sistema fica assegurado em 8 dias sem chuva, considerando os finais de semana onde não há demanda de água. Segundo o INMET (2018), de 2005 até 2015, um ano completo na região de

Campo Mourão – PR fica em média de 4 a 5 vezes sem chuva por um período maior que 10 dias.

Se houver falta de chuva maior que 8 dias nos anos subsequentes ao da instalação do sistema de captação de água de chuva, nesses períodos o sistema será abastecido com água tratada.

Os volumes efetivos dos reservatórios, inferior e superior, devem ser de 30.000 litros (2 reservatórios de 15.000 litros) e 6.000 litros (2 reservatórios de 3.000 litros), respectivamente, conforme as capacidades de reservatórios existentes no mercado.

O reservatório superior foi dimensionado em 6.000 litros para que a motobomba seja utilizada apenas uma vez por dia durante a semana, já que a demanda média diária é de 5.780,76 litros.

Os reservatórios que possuem camadas de proteção contra raios ultravioleta podem ficar exposto ao sol e não tem restrição quanto a sua localização, desde que esteja devidamente fechado (H2OSOLUTIONS, 2017).

Os reservatórios em fibra de vidro possuem em sua ultima camada de pintura, uma camada parafinada com aditivo protetor contra raios ultravioleta (FIBRAV, 2018).

No entanto, para o presente estudo e buscando facilitar a instalação, optou-se em instalar o reservatório inferior de fibra de vidro sobre o solo, situando-se acima de uma superfície horizontal plana, lisa e nivelada. Já para o reservatório superior, optou-se em instalá-lo sobre a laje de concreto da edificação.

6.5 Análise da Viabilidade Econômica

A análise da viabilidade econômica é uma das principais variáveis para a implantação de um projeto. Para o projeto proposto, tomou-se como referência para a composição dos custos de implantação e operação do sistema, os custos com materiais e equipamentos, custos de energia elétrica e os custos de mão de obra, orçados conforme descrito no item 5.7.

Os materiais orçados foram dois reservatórios inferiores de fibra de vidro de 15.000 litros (R\$ 5.200,00 cada), dois reservatórios superiores de fibra de vidro de 3.000 litros (R\$ 1.100,00 cada), um sistema de descarte das primeiras águas de

chuva (R\$ 200,00) e duas motobombas de 1/3 CV (R\$ 370,00 cada), já que é necessário o par da unidade para a implantação do sistema.

As calhas, orçadas de acordo com os custos unitários para obras e serviços de engenharia disponibilizados pelo SINDUSCON-PR, tem um custo de R\$ 29,00/m para calhas chapa galvanizada 26, com corte de 0,3 m, já colocadas. Para o presente trabalho, considerando 300 metros lineares a ser orçado, o custo médio com calhas é de R\$ 8.700,00.

Os custos com materiais e mão de obra para execução dos serviços, também orçados de acordo com o SINDUSCON-PR, serão de R\$ 4.312,23. O orçamento foi realizado por ponto de água fria, que tem um valor unitário de R\$ 110,57. Foram contabilizados 4 pontos para tanques e torneiras na lavanderia, 8 pontos para torneiras de jardins, hortas e corredores, 5 pontos para banheiros dos professores, 18 pontos para os banheiros destinados aos alunos e 4 pontos para os reservatórios instalados, totalizando 39 pontos de água fria. No banheiro feminino destinado aos alunos, não foi possível verificar a quantidade de pontos, já que o mesmo estava restrito para visitas devido às reformas no Colégio. No entanto, para desenvolvimento do projeto, foram considerados 9 pontos, o mesmo número encontrado no banheiro masculino.

Os cortes nas paredes, retirada de revestimentos, preenchimento das paredes e colocação de novos revestimentos também foram orçados de acordo com o SINDUSCON-PR. O custo unitário é de R\$ 17,89/m² para demolição de revestimento de azulejos, R\$ 9,36/m para abertura e rasgos em alvenaria para passagem de tubos até 2", R\$ 6,47/m para enchimento de rasgos em alvenaria para tubos de até 2" e R\$46,78/m² para colocação de piso cerâmico extra 20x20 cm. Sendo assim, foi estimado um custo de R\$ 1.100,00 para estes serviços de reparos, deixando uma margem de 20% para despesas eventuais.

Para a escolha da potência adequada do par de motobombas, foi constatada uma altura manométrica de 3 metros, referente à altura da laje. No entanto, foi adotado um par de motobombas com potência de 1/3 CV, altura manométrica de 4 m e uma vazão de 4.200 litros/hora. Baseado nessa vazão, foi calculado que a motobomba deverá funcionar 1,43 horas/dia (aproximadamente 86 minutos/dia) e 20 dias por mês para suprir toda a demanda de água do Colégio. Como não há aulas durante os finais de semana, a caixa d'água não será esvaziada nesses dias e não haverá necessidade do funcionamento da motobomba.

Com esses dados, foi possível estimar os custos de operação do sistema, que foram estimados através do custo de energia elétrica consumida pelo conjunto motobomba.

Com as informações obtidas na COPEL, verificou-se que a cidade possui uma categoria única, sendo o mesmo valor de consumo para todas as unidades. Como o preço também é o mesmo em qualquer horário do dia (R\$ 0,667455/kWh), não faz diferença o horário em que a motobomba é ligada. Assim, foi estimado o custo mensal de energia elétrica em R\$ 14,04, conforme Equação 13 (COPEL, 2018).

Para cálculo dos novos gastos com água potável, considerou-se o consumo mensal após a instalação do sistema (desconsiderando a porcentagem que vai ser utilizada água de chuva) e o valor cobrado pela SANEPAR por m³ de água e esgoto utilizado. Para Campo Mourão-PR, o valor da tarifa residencial normal é de R\$ 18,40/m³ para consumo acima de 30 m³.

Sendo assim, o novo gasto calculado com água potável e com energia elétrica do sistema foi de R\$ 1.661,02, calculado conforme Equação 14.

Os gastos com tubos e conexões foram estimados em R\$ 4.147,83 (15% do montante de material orçado).

A Tabela 16 apresenta o resumo dos custos de implantação do sistema.

Tabela 16 – Resumo dos Custos de Implantação do Sistema

Material ou serviço	Custos
2 reservatórios inferiores de fibra de vidro 15.000 litros	R\$ 10.400,00
2 reservatórios superiores de fibra de vidro 3.000 litros	R\$ 2.200,00
2 motobombas de 1/3 CV	R\$ 740,00
Sistema de descarte das primeiras águas	R\$ 200,00
Calhas	R\$ 8.700,00
Materiais e mão de obra	R\$ 4.312,23
Reparos nas paredes	R\$ 1.100,00
Energia elétrica (motobomba) e água potável	R\$ 1.661,02/mês
Tubos e conexões	R\$ 4.147,83

FONTE: SANEPAR; Autoria Própria (2018).

Para a verificação do período de retorno, foi necessário calcular a economia gerada com a implantação do sistema. A média do custo mensal antes da implantação do sistema era de R\$ 8.179,22 e a média calculada do custo para a situação após a implantação do sistema foi de R\$ 6.546,56. No entanto, a economia monetária com a implantação foi de R\$ 1.632,66/mês.

Para a análise do período de retorno do investimento, o método do *payback* descontado avalia, além do custo de implantação e a economia mensal gerada, os custos relevantes do sistema após a instalação e a taxa de desconto (Taxa Mínima de Atratividade – TMA).

Para o projeto, foi determinado um custo adicional de R\$ 50,00/mês, referente à limpeza e manutenção dos reservatórios e motobombas, e uma TMA de 7% ao ano (0,5654% ao mês), conforme taxa do Sistema Especial de Liquidação e Custódia (SELIC) fixa em 01/01/2018 (DRZEROCOST, 2018).

O prazo de retorno estimado foi de 22 meses (1 ano e 10 meses).

7 CONCLUSÕES

Através das entrevistas com o público do Colégio, foi possível estimar os usos de água potável da população de cada aparelho. Os aparelhos com maiores gastos foram os vasos sanitários e as torneiras de banheiro, com consumo mensal de 105,9 m³ e 35,8 m³, respectivamente. Os outros aparelhos sanitários considerados foram os bebedouros, com consumo mensal de 33,8 m³, as torneiras de cozinha, com 19,0 m³, os mictórios, com 7,7 m³, as torneiras de jardim/tanque, com 2,11 m³ e as torneiras de laboratório, com 0,9 m³. Para esses resultados, já foram considerados seus usos corrigidos por uma análise de sensibilidade, já que a pesquisa foi realizada por amostragem.

Com esses dados, foi possível estimar a demanda de água de chuva mensal para o Colégio, que foi de 115.615,2 litros, 56,59% do total de água, considerando os vasos sanitários, mictórios e torneiras de jardim/tanque. De acordo com o Método de Rippl e dados do INMET da região de Campo Mourão, foram dimensionados dois reservatórios, um superior e outro inferior, de 6.000 litros e 30.000 litros, respectivamente.

Para a implantação desse sistema, foi estimado um investimento inicial de R\$ 31.800,06, considerando os reservatórios, as motobombas, o sistema de descarte das primeiras águas, as calhas, os materiais e a mão de obra para execução do serviço, tubos e conexões, e reparos nas paredes. Os novos gastos mensais com água potável e energia elétrica para o sistema de motobomba foi estimado em R\$ 1.661,02. A implantação do sistema obteve uma economia monetária estimada de R\$ 1.632,66 mensais.

Para a determinação do prazo de retorno, foi estimado um custo adicional de R\$ 50,00 mensais para limpeza e manutenção da motobomba e uma TMA de 7% ao ano. Foi calculado um prazo de retorno de 1 ano e 10 meses.

Portanto, o presente trabalho estudou a viabilidade da implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis em uma instituição de ensino. As pesquisas constataram a viabilidade da implantação do sistema e mostraram a possibilidade de um retorno financeiro em médio prazo, além de um benefício ambiental e social, conscientizando os alunos e a sociedade para a importância do aproveitamento de água.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABCMAC. Associação Brasileira de Manejo e Captação de Água de Chuva. Disponível em: <<http://www.abcmac.org.br/>>. Acesso em: 27 out. 2017.

ADEMILAR. **Tabela com o Percentual de Gastos para Cada Etapa da Obra.** Disponível em: <<https://www.ademilar.com.br/blog/construcao-civil/tabela-percentual-gastos-obra/>>. Acesso em: 16 fev. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15527: Água de Chuva – Aproveitamento de Coberturas em Áreas Urbanas para Fins não Potáveis – Requisitos**, Rio de Janeiro, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10844: Instalações Prediais de Águas Pluviais**, Rio de Janeiro, 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 5626: Instalação Predial de Água Fria**, Rio de Janeiro, 1998.

ÁGUAS PARANÁ. **Monitoramento da Qualidade das Águas.** Disponível em: <<http://www.aguasparana.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=9>>. Acesso em: 27 out. 2017.

AMORIN, S. V. de; PEREIRA, D. J. de A. **Estudo Comparativo dos Métodos de Dimensionamento para Reservatórios Utilizados em Aproveitamento de Água Pluvial.** Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 53-66, 2008.

ANA. Agência Nacional das Águas. **Região Hidrográfica do Paraná.** Disponível em: <<http://www2.ana.gov.br/Paginas/portais/bacias/parana.aspx>>. Acesso em: 27 out. 2017.

BARBETTA, P. A. **Estatística Aplicada às Ciências Sociais.** Ed. UFSC. Florianópolis, 2003.

BRASIL DAS ÁGUAS. **A Importância da Água.** Disponível em: <<http://brasildasaguas.com.br/educacional/a-importancia-da-agua/>>. Acesso em: 27 out. 2017.

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

CARDOSO, D. C. **Aproveitamento de Águas Pluviais em Habitações de Interesse Social – Caso: “Minha Casa Minha Vida”.** 2010. 65 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil)-Universidade Estadual de Feira de Santana – UEFS, Feira de Santana, 2010.

CASA EFICIENTE. **Uso Racional da Água – Sistema de Aproveitamento de Água Pluvial.** Disponível em: <<http://www.casaeficiente.com/>>. Acesso em: 27 out. 2017.

COPEL. Companhia Paranaense de Energia. **Taxas e Tarifas**. Disponível em: <<http://www.copel.com/hpcopel/root/nivel2.jsp?endereco=%2Fhpcopel%2Ftarifas%2Fpagcopel2.nsf%2Fverdocatual%2F23BF37E67261209C03257488005939EB>>. Acesso em: 23 mai. 2018.

CORDOVA, M. M. **Aperfeiçoamento do Programa Computacional Netuno: Análise Econômica**. 2009. 94 f. Relatório de Iniciação Científica, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis, 2009.

ENCONTRA PARANÁ. **Mapa do Estado do Paraná**. Disponível em: <<http://www.encontraparana.com.br/mapas/mapa-do-parana.htm>>. Acesso em: 27 out. 2017.

DRZEROCOST. **TMA – Taxa Mínima de Atratividade**. Disponível em: <<http://drzerocost.com.br/2018/01/tma-taxa-minima-de-atratividade-estou-trabalhando-nisso/>>. Acesso em: 13 mai. 2018.

ENOS.CPTEC.INPE. **Ocorrência de El Niño**. Disponível em: <http://enos.cptec.inpe.br/tab_elnino.shtml>. Acesso em: 28 jun. 2018.

ENOS.CPTEC.INPE. **Ocorrência do La Niña**. Disponível em: <http://enos.cptec.inpe.br/tab_lanina.shtml>. Acesso em: 28 jun. 2018.

FERRAZ, M. F. A.; SILVA, E. M. da. Estudo de Viabilidade de um Sistema de Tratamento para Reutilização de Água em Finalidades Domiciliares Diversas. **REGET/UFSM – Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, RS, v. 19, n. 3, p. 702-712, set-dez. 2015. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/reget/article/viewFile/17648/pdf>>. Acesso em: 28 out. 2017.

FERREIRA, D. F. **Aproveitamento de Águas Pluviais e Reuso de Águas Cinzas para Fins não Potáveis em um Condomínio Residencial Localizado em Florianópolis – SC**. 2005. 152 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil)-Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis, 2005.

FIBRAV. **Tanques Industriais**. Disponível em: <<http://www.fibrav.com.br/catalogo-de-produtos/tanques-industriais/>>. Acesso em: 12 mai. 2018.

GHISI, E. **A Influência da Precipitação Pluviométrica, Área de Captação, Número de Moradores e Demandas de Água Potável e Pluvial no Dimensionamento de Reservatórios para Fins de Aproveitamento de Água Pluvial em Residências Unifamiliares**. 2006. 28 f. Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina como parte dos requisitos para participação no Concurso Público do Edital N° 026/DDPP/2006, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis, 2006.

GHISI, E. Potential for Potable Water Savings by Using Rainwater in the Residential Sector of Brazil. **Building and Environment**, Florianópolis, SC, v. 41, n. 11, p. 1544-1550, Mar. 2005. Disponível em:

<<http://wanko.free.fr/COURS/Ges.eaux%20pluviales/Potential%20for%20potable%20water%20savings%20by%20using%20rainwater%20in%20the.pdf>>. Acesso em: 28 out. 2017.

GONÇALVES, O. M.; OLIVEIRA, L. H. de. Metodologia para a Implantação de Programa de Uso Racional da Água em Edifícios. **Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP**. São Paulo, BT/PCC/247, ISSN 0103-9830, 1999.

H2OSOLUTIONS. **Caixa d'Água de Polietileno Pode Ficar no Sol?**. Disponível em: <<https://www.h2osolutions.com.br/blog/caixa-dagua-de-polietileno-pode-ficar-no-sol>>. Acesso em: 16 fev. 2018.

HEBERSON, A. S. de; MARCÓRIO, I. A.; RIBEIRO, R. Z. **Estudo de Metodologias de Dimensionamento de Reservatórios de Aproveitamento de Água de Chuva**. 2009. 48 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil)-Universidade Federal de Goiás – UFG, Goiânia, 2009.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 27 out. 2017.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/>>. Acesso em: 27 out. 2017.

INNOVAREPESQUISA. **A Água e o Desenvolvimento Econômico**. Disponível em: <<http://www.innovarepesquisa.com.br/blog/agua-e-o-desenvolvimento-economico/>>. Acesso em: 15 abr. 2018.

ITU 24 HORAS. **Compreendendo e Estudando a Divisão Regional do Brasil – Sul**. Disponível em: <<https://itu24horas.com/compreendendo-e-estudando-a-divisao-regional-do-brasil-sul.html>>. Acesso em: 27 out. 2017.

MACHADO, C. J. S. Reuso de Água Doce. **Revista ECO 21**. Rio de Janeiro, RJ, v. 86, n. 1, jan. 2014. Disponível em: <<http://www.eco21.com.br/textos/textos.asp?ID=624>>. Acesso em: 28 out. 2017.

MACOMBER, P.S.H. **Guidelines on Rainwater Catchment Systems for Hawaii**. Department of Natural Resources and Environmental Management. College of Tropical Agriculture and Human Resource. University of Hawaii at Manoa, 2001.

MARINOSKI, A. K. **Aproveitamento de Água Pluvial para Fins não Potáveis em Instituição de Ensino: Estudo de Caso em Florianópolis – SC**. 2007. 118 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil)-Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis, 2007.

MORENO, P. **Reuso de Águas no Setor Residencial e Aproveitamento de Água de Chuva**. 2013. 28 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental)-Universidade Estadual Paulista – UNESP, Bauru, 2013.

MOCHILEIRO. **Mapa das Regiões do Brasil**. Disponível em: <<http://mochileiro.tur.br/maparegiao.htm>>. Acesso em: 27 out. 2017.

PEDRONI, G. P. **Aproveitamento de Água de Chuva em uma Escola Pública de Caxias do Sul**. 2013. 86 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil)-Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Porto Alegre, 2013.

POLÍCIA CIVIL DO PARANÁ. **16ª SDP – 14ª AISP**. Disponível em: <<http://www.policiacivil.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=86>>. Acesso em: 27 out. 2017.

PORTAL DO CIDADÃO – MUNICÍPIO DE CAMPO MOURÃO. **Perfil – Campo Mourão**. Disponível em: <<https://campomourao.atende.net/#!/tipo/pagina/valor/4>>. Acesso em: 27 out. 2017.

PRATES, W. R. **Qual a Diferença entre Payback Simples e Payback Descontado?**. Disponível em: <<http://www.wrprates.com/qual-e-a-diferenca-entre-payback-simples-e-descontado/>>. Acesso em: 27 out. 2017.

SANEPAR. Companhia de Saneamento do Paraná. **Como Verificar Vazamentos**. Disponível em: <<http://site.sanepar.com.br/informacoes/como-detectar-vazamentos>>. Acesso em: 27 out. 2017.

SANEPAR. Companhia de Saneamento do Paraná. **Nossas Tarifas**. Disponível em: <<http://site.sanepar.com.br/clientes/nossas-tarifas>>. Acesso em: 23 mai. 2018.

SCHNEIDER MOTOBOMAS. **Tabela para Seleção de Bombas e Motobomas 2017**. Disponível em: <<http://www.schneider.ind.br/media/205160/tabela-de-selecao-schneider-motobombas-2017.pdf>>. Acesso em: 27 out. 2017.

SEMA. Secretaria do Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Revista Bacias Hidrográficas do Paraná – Série Histórica**. Disponível em: <http://www.meioambiente.pr.gov.br/arquivos/File/corh/Revista_Bacias_Hidrograficas_do_Parana.pdf>. Acesso em: 27 out. 2017.

SINDUSCONPR. Sindicato da Indústria da Construção Civil no Estado do Paraná. **Tabela de Custos Unitários para Obras e Serviços de Engenharia com e sem Desoneração da Folha de Pagamento**. Disponível em: <<https://sindusconpr.com.br/tabela-de-custos-unitarios-para-obras-e-servicos-de-engenharia--3940-p>>. Acesso em: 23 mai. 2018.

TODA MATÉRIA. **A Importância da Água**. Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/a-importancia-da-agua/>>. Acesso em: 27 out. 2017.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de Água de Chuva**. São Paulo: Navegar, 2015. Disponível em: <<http://pliniotomaz.com.br/livros-digitais/>>. Acesso em: 27 out. 2017.

UNEP. United Nations Environment Programme. **Global Environment Outlook 3**. Disponível em: <<http://www.unep.org/geo/assessments/global-assessments/global-environment-outlook-3>>. Acesso em: 28 out. 2017.

UNESCO. **Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos**. Brasília, 2015.

UNIDADE POLO. **História**. Disponível em:

<<http://www.unidadepolo.com.br/historia.php>>. Acesso em: 27 out. 2017.

WAGNER, F. **Como o Aproveitamento de Água de Chuva é Visto em Outros**

Países?. Disponível em: <<http://www.rwengenharia.eng.br/aproveitamento-de-agua-de-chuva-em-outros-paises/>>. Acesso em: 28 out. 2017.

WERNECK, G. A. M.; BASTOS, L. E. G. **Sistemas de Utilização da Água da**

Chuva nas Edificações: O Estudo de Caso da Aplicação em Escola de Barra do

Piraí, RJ. 2006. 316 f. Dissertação (Mestrado em Ciências em Arquitetura, Área de Conforto Ambiental e Eficiência Energética)-Universidade Federal do Rio de Janeiro

– UFRJ, Rio de Janeiro, 2006.

ANEXO 01
DADOS MENSAIS DE PRECIPITAÇÃO NA REGIÃO DE CAMPO MOURÃO NO
PERÍODO DE 1995 A 2015

Estação	Data	Hora	Precipitação Total
83783	31/01/1995	0000	356.4
83783	28/02/1995	0000	81.6
83783	31/03/1995	0000	168.5
83783	30/04/1995	0000	96.4
83783	31/05/1995	0000	61.4
83783	30/06/1995	0000	100.7
83783	31/07/1995	0000	59.1
83783	31/08/1995	0000	9.7
83783	30/09/1995	0000	149.9
83783	31/10/1995	0000	239.5
83783	30/11/1995	0000	64
83783	31/12/1995	0000	119.8
83783	31/01/1996	0000	391.6
83783	29/02/1996	0000	109.7
83783	31/03/1996	0000	90.5
83783	30/04/1996	0000	45.1
83783	31/05/1996	0000	39.2
83783	30/06/1996	0000	45.9
83783	31/07/1996	0000	6.7
83783	31/08/1996	0000	45.5
83783	30/09/1996	0000	161.5
83783	31/10/1996	0000	263.6
83783	30/11/1996	0000	133.6
83783	31/12/1996	0000	387.2
83783	31/01/1997	0000	254.7
83783	28/02/1997	0000	250.9
83783	31/03/1997	0000	43.3
83783	30/04/1997	0000	55.5

83783	31/05/1997	0000	71.4
83783	30/06/1997	0000	328.5
83783	31/07/1997	0000	56.5
83783	31/08/1997	0000	45.8
83783	30/09/1997	0000	237.1
83783	31/10/1997	0000	244.6
83783	30/11/1997	0000	137.7
83783	31/12/1997	0000	148.2
83783	31/01/1998	0000	179.5
83783	28/02/1998	0000	150.8
83783	31/03/1998	0000	175.6
83783	30/04/1998	0000	441.1
83783	31/05/1998	0000	91
83783	30/06/1998	0000	114.7
83783	31/07/1998	0000	28.1
83783	31/08/1998	0000	160.4
83783	30/09/1998	0000	382.4
83783	31/10/1998	0000	194.8
83783	30/11/1998	0000	37
83783	31/12/1998	0000	142
83783	31/01/1999	0000	202.4
83783	28/02/1999	0000	274.2
83783	31/03/1999	0000	128
83783	30/04/1999	0000	114.7
83783	31/05/1999	0000	146.1
83783	30/06/1999	0000	164.1
83783	31/07/1999	0000	60.7
83783	31/08/1999	0000	0
83783	30/09/1999	0000	72.3
83783	31/10/1999	0000	38.7
83783	30/11/1999	0000	48.8
83783	31/12/1999	0000	131.1
83783	31/01/2000	0000	120.9

83783	29/02/2000	0000	353.2
83783	31/03/2000	0000	96.5
83783	30/04/2000	0000	11.3
83783	31/05/2000	0000	44.4
83783	30/06/2000	0000	155.2
83783	31/07/2000	0000	105.5
83783	31/08/2000	0000	208.9
83783	30/09/2000	0000	252.6
83783	31/10/2000	0000	137.6
83783	30/11/2000	0000	154.3
83783	31/12/2000	0000	186.9
83783	30/09/2001	0000	39
83783	31/10/2001	0000	56.2
83783	30/11/2001	0000	134.8
83783	31/12/2001	0000	124
83783	31/01/2002	0000	281.1
83783	28/02/2002	0000	91.8
83783	31/03/2002	0000	13.6
83783	30/04/2002	0000	30
83783	31/05/2002	0000	252
83783	30/06/2002	0000	0.6
83783	31/07/2002	0000	61.8
83783	31/08/2002	0000	104
83783	30/09/2002	0000	151.6
83783	31/10/2002	0000	150.9
83783	30/11/2002	0000	235.9
83783	31/12/2002	0000	127.9
83783	31/01/2003	0000	253.4
83783	28/02/2003	0000	262.4
83783	31/03/2003	0000	217.9
83783	30/04/2003	0000	111.1
83783	31/05/2003	0000	76
83783	30/06/2003	0000	67.9

83783	31/07/2003	0000	91.8
83783	31/08/2003	0000	39
83783	30/09/2003	0000	109.6
83783	31/10/2003	0000	118.9
83783	30/11/2003	0000	214
83783	31/12/2003	0000	187.4
83783	31/01/2004	0000	129.4
83783	29/02/2004	0000	122.6
83783	31/03/2004	0000	54.4
83783	30/04/2004	0000	167.7
83783	31/05/2004	0000	287.1
83783	30/06/2004	0000	85.6
83783	31/07/2004	0000	120
83783	31/08/2004	0000	2.9
83783	30/09/2004	0000	67.2
83783	31/10/2004	0000	311.1
83783	30/11/2004	0000	232.7
83783	31/12/2004	0000	150.1
83783	31/01/2005	0000	319.1
83783	28/02/2005	0000	0
83783	31/03/2005	0000	64.4
83783	30/04/2005	0000	84.5
83783	31/05/2005	0000	101.5
83783	30/06/2005	0000	141.6
83783	31/07/2005	0000	62.8
83783	31/08/2005	0000	35.5
83783	30/09/2005	0000	146.1
83783	31/10/2005	0000	374.1
83783	30/11/2005	0000	68.3
83783	31/12/2005	0000	50.5
83783	31/01/2006	0000	144.4
83783	28/02/2006	0000	196
83783	31/03/2006	0000	137.7

83783	30/04/2006	0000	119
83783	31/05/2006	0000	19.7
83783	30/06/2006	0000	48.5
83783	31/07/2006	0000	59.7
83783	31/08/2006	0000	40
83783	30/09/2006	0000	174.6
83783	31/10/2006	0000	100.2
83783	30/11/2006	0000	148.6
83783	31/12/2006	0000	190.5
83783	31/01/2007	0000	231.5
83783	28/02/2007	0000	214.5
83783	31/03/2007	0000	165.2
83783	30/04/2007	0000	158.9
83783	31/05/2007	0000	106.1
83783	30/06/2007	0000	0.9
83783	31/07/2007	0000	113.8
83783	31/08/2007	0000	14.8
83783	30/09/2007	0000	23
83783	31/10/2007	0000	66.8
83783	30/11/2007	0000	269.9
83783	31/12/2007	0000	130.2
83783	31/01/2008	0000	154.2
83783	29/02/2008	0000	78.5
83783	31/03/2008	0000	174.3
83783	30/04/2008	0000	92.3
83783	31/05/2008	0000	109.3
83783	30/06/2008	0000	94.6
83783	31/07/2008	0000	32.7
83783	31/08/2008	0000	285.2
83783	30/09/2008	0000	73.3
83783	31/10/2008	0000	94.6
83783	30/11/2008	0000	138.9
83783	31/12/2008	0000	100.9

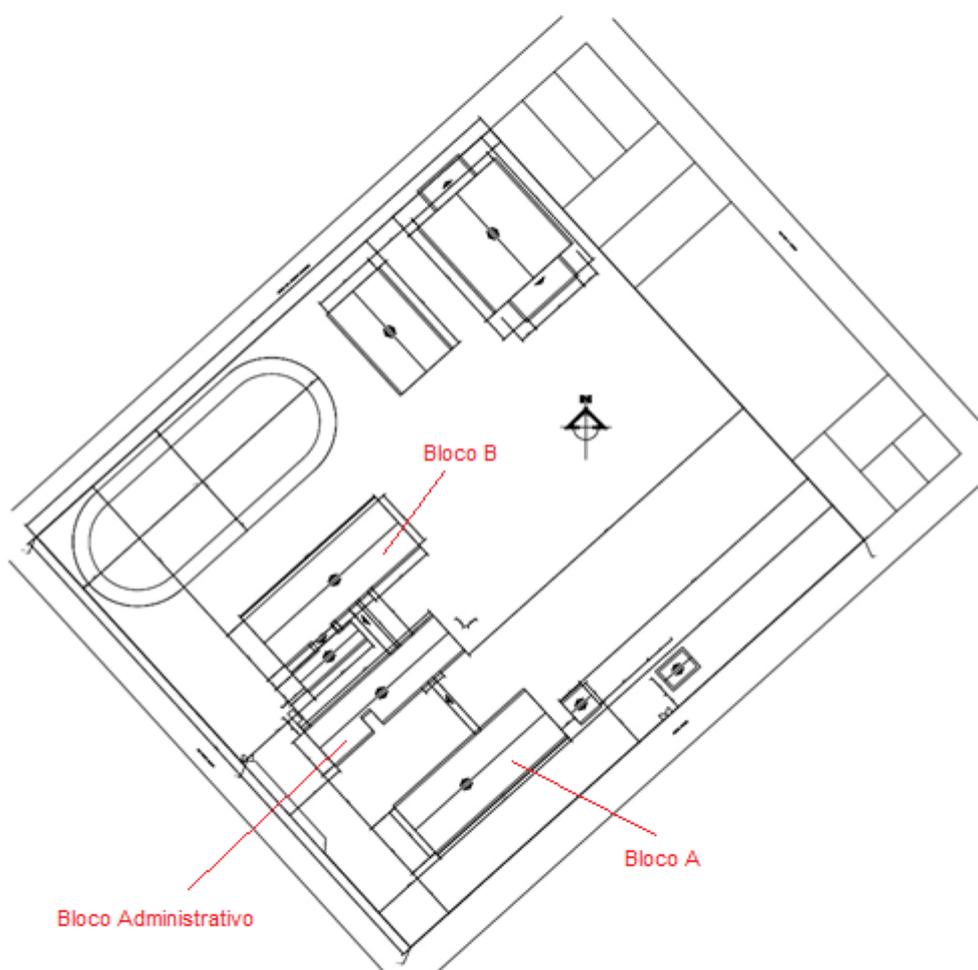
83783	31/01/2009	0000	205.3
83783	28/02/2009	0000	121.2
83783	31/03/2009	0000	114.3
83783	30/04/2009	0000	51.7
83783	31/05/2009	0000	243.6
83783	30/06/2009	0000	123.3
83783	31/07/2009	0000	229.6
83783	31/08/2009	0000	88.1
83783	30/09/2009	0000	197.5
83783	31/10/2009	0000	334.4
83783	30/11/2009	0000	193.1
83783	31/12/2009	0000	91.2
83783	31/01/2010	0000	276.4
83783	28/02/2010	0000	189.9
83783	31/03/2010	0000	156.4
83783	30/04/2010	0000	155
83783	31/05/2010	0000	101.9
83783	30/06/2010	0000	26.8
83783	31/07/2010	0000	43.6
83783	31/08/2010	0000	8.1
83783	30/09/2010	0000	87.1
83783	31/10/2010	0000	186.6
83783	30/11/2010	0000	133.4
83783	31/12/2010	0000	346.4
83783	31/01/2011	0000	130.9
83783	28/02/2011	0000	225.6
83783	31/03/2011	0000	176.5
83783	30/04/2011	0000	100.5
83783	31/05/2011	0000	9.1
83783	30/06/2011	0000	160.8
83783	31/07/2011	0000	208.3
83783	31/08/2011	0000	167
83783	30/09/2011	0000	43.5

83783	31/10/2011	0000	231.4
83783	30/11/2011	0000	148.9
83783	31/12/2011	0000	71.9
83783	31/01/2012	0000	208.2
83783	29/02/2012	0000	82.5
83783	31/03/2012	0000	68
83783	30/04/2012	0000	263
83783	31/05/2012	0000	85.1
83783	30/06/2012	0000	225
83783	31/07/2012	0000	40.8
83783	31/08/2012	0000	4.1
83783	30/09/2012	0000	32.3
83783	31/10/2012	0000	111.2
83783	30/11/2012	0000	49.1
83783	31/12/2012	0000	250.4
83783	31/01/2013	0000	286.3
83783	28/02/2013	0000	356.2
83783	31/03/2013	0000	308.1
83783	30/04/2013	0000	77.8
83783	31/05/2013	0000	180.5
83783	30/06/2013	0000	348.6
83783	31/07/2013	0000	71.5
83783	31/08/2013	0000	10.4
83783	30/09/2013	0000	112.9
83783	31/10/2013	0000	162.2
83783	30/11/2013	0000	94.9
83783	31/12/2013	0000	101.8
83783	31/01/2014	0000	219.7
83783	28/02/2014	0000	171.5
83783	31/03/2014	0000	195.3
83783	30/04/2014	0000	146
83783	31/05/2014	0000	205.4
83783	30/06/2014	0000	325.5

83783	31/07/2014	0000	110.5
83783	31/08/2014	0000	30
83783	30/09/2014	0000	240.7
83783	31/10/2014	0000	96.9
83783	30/11/2014	0000	187.5
83783	31/12/2014	0000	234
83783	31/01/2015	0000	367.6
83783	28/02/2015	0000	260.2
83783	31/03/2015	0000	104
83783	30/04/2015	0000	36.9
83783	31/05/2015	0000	194.6
83783	30/06/2015	0000	57
83783	31/07/2015	0000	477.1
83783	31/08/2015	0000	42.4
83783	30/09/2015	0000	267.9
83783	31/10/2015	0000	219.1
83783	30/11/2015	0000	493.6
83783	31/12/2015	0000	283

FONTE: Instituto Nacional de Meteorologia – INMET (2018)

ANEXO 02
PLANTA DE COBERTURA DO COLÉGIO ESTADUAL UNIDADE POLO – ENSINO
FUNDAMENTAL E MÉDIO



ANEXO 03
QUESTIONÁRIOS UTILIZADOS NAS ENTREVISTAS

Estudo de consumo de água do Colégio Estadual Unidade Polo – Ensino Fundamental e Médio

Ano/Cargo: _____ Sexo: _____

Turno: _____ Idade: _____

1. Número de vezes por dia em média que você utiliza as torneiras do banheiro: _____

Estime um tempo (em segundos) de utilização a cada vez que usa as torneiras: _____

2. Número de vezes por dia em média que você utiliza água dos bebedouros: _____

Estime um tempo (em segundos) de utilização a cada vez que usa o bebedouro: _____

3. Número de vezes por dia em média que você utiliza a descarga dos vasos sanitários: _____

Estime um tempo (em segundos) de utilização a cada vez que pressiona a válvula de descarga: _____

4. Número de vezes por dia em média que você utiliza a descarga dos mictórios: _____

Estime um tempo (em segundos) de utilização a cada vez que pressiona a descarga do mictório: _____

5. Utiliza algum outro ponto de consumo de água no Colégio? Qual? Para qual função? Estime a quantidade de utilização diária e um tempo de utilização de cada serviço:

ANEXO 04
OFÍCIO RESPONDIDO PELA SANEPAR AO COLÉGIO ESTADUAL UNIDADE
POLO – ENSINO FUNDAMENTAL E MÉDIO



Of. 21/2018- URCM

Campo Mourão, 04 de Abril de 2018



Ilma. Senhora
Rosineide de Jesus Oliveira
Diretora Colégio Estadual Unidade Pólo - Ensino Fundamental/Médio
Campo Mourão-PR.

Prezada Senhora:

Em atendimento a Vossa solicitação manifestada no Ofício nº 18/2018, no qual V. Sa. solicita extrato do consumo de água de 2017 do Colégio Estadual Unidade Pólo para fins de desenvolvimento de projeto acadêmico, abaixo informamos os valores requeridos.

2017	Consumo
Janeiro	124
Fevereiro	141
Março	166
Abril	230
Maiο	150
Junho	252
Julho	155
Agosto	346
Setembro	256
Outubro	153
Novembro	138
Dezembro	88

Sendo o que consta para o momento, apresentamos protestos de elevada estima e consideração.

Atenciosamente,



Edson Silva de Lima
Gerente Regional Campo Mourão

COMPANHIA DE SANEAMENTO DO PARANÁ
Rua Santa Galo, 623 – Jd. Lar Paraná - 87.305-250 - Campo Mourão – PR
Fone/Fax (44) 3599-4100 - email: edsonsl@sanepar.com.br

POLÍTICA DA QUALIDADE: - A SANEPAR BUSCA PERMANENTEMENTE A SATISFAÇÃO DE SEUS CLIENTES, ACIONISTAS E COLABORADORES.
OBJETIVOS: MELHORIA CONSTANTE DOS PROCESSOS; CUMPRIMENTO DAS NORMAS E DISPOSIÇÕES LEGAIS; PROMOÇÃO DO AUTODESENVOLVIMENTO; COMPETITIVIDADE DA EMPRESA NO MERCADO;
RELACIONAMENTO COM FORNECEDOR; ATENDER A PROGRAMAS DE RESPONSABILIDADE SOCIAL; ATUAÇÃO AMBIENTALMENTE RESPONSÁVEL.