

**CENTRO UNIVERSITÁRIO
ANTÔNIO EUFRÁSIO DE TOLEDO DE PRESIDENTE PRUDENTE**

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

**APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS PARA USO NÃO POTÁVEL NO
CENTRO UNIVERSITÁRIO “ANTÔNIO EUFRÁSIO DE TOLEDO” DE
PRESIDENTE PRUDENTE**

Felipe Casarotti Silva

Presidente Prudente/SP
2021

**CENTRO UNIVERSITÁRIO
ANTÔNIO EUFRÁSIO DE TOLEDO DE PRESIDENTE PRUDENTE**

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

**APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS PARA USO NÃO POTÁVEL NO
CENTRO UNIVERSITÁRIO “ANTÔNIO EUFRÁSIO DE TOLEDO” DE
PRESIDENTE PRUDENTE**

Felipe Casarotti Silva

Trabalho de Curso apresentado como requisito parcial de Conclusão do Curso para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil, sob a orientação do Prof. Felipe Pires Chaves.

Presidente Prudente/SP
2021

**APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS PARA USO NÃO POTÁVEL NO
CENTRO UNIVERSITÁRIO “ANTÔNIO EUFRÁSIO DE TOLEDO” DE
PRESIDENTE PRUDENTE**

Trabalho de Curso apresentado como requisito
parcial para obtenção do Grau de Bacharel em
Engenharia Civil.

Prof. Felipe Pires Chaves

Orientador

Prof. Me. Alonso Droppa Junior

Examinador

Prof. Me. Roberto Kiyoshi Ito

Examinador

Presidente Prudente, 18 de novembro de 2021.

RESUMO

Dia após dia é cada vez mais visível que grandes centros passam cada vez mais por dificuldades para garantir o abastecimento de água para a população. O aproveitamento de águas pluviais se apresenta como uma solução de imediato para evitar o desperdício de água potável, e dar um uso final para as águas das chuvas. O presente estudo teve por finalidade analisar o potencial de economia de água potável que o sistema de aproveitamento de água gerou no Centro Universitário “Antônio Eufrásio de Toledo”, localizado em Presidente Prudente no estado de São Paulo. Foram analisados dados pluviométricos, local, área de contribuição, número de alunos e funcionários, demanda de água não potável e por fim o próprio potencial de economia. Após os cálculos, o potencial de economia gerado pelo sistema foi de 70%, e uma economia financeira de R\$7.600 por mês. Além de benefícios financeiros trazidos pela implantação do sistema ainda são obtidos benefícios ambientais, visto que, quase 365m³ de água potável por mês poderão ser substituídos por água das chuvas.

Palavras-chave: Aproveitamento de Água Pluvial. Reservatório. Economia de Água.

ABSTRACT

Day after day, it is increasingly visible that large centers are facing more and more difficulties in guaranteeing the water supply for the population. The use of rainwater presents itself as an immediate solution to avoid the waste of drinking water, and give a final use to rainwater. This study aimed to analyze the potable water savings potential generated by the water use system at the "Antônio Eufrásio de Toledo" University Center, located in Presidente Prudente in the state of São Paulo. Rainfall data, location, area of contribution, number of students and employees, demand for non-potable water and, finally, the potential for savings were analyzed. After the calculations, the potential savings generated by the system was 70%, and a financial savings of R\$7,600 per month. In addition to the financial benefits brought by the implementation of the system, environmental benefits are also obtained, since almost 365m³ of drinking water by month can be replaced by rainwater.

Keywords: Use of Rainwater. Reservoir. Water Saving.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES E TABELAS

FIGURAS

FIGURA 1 – Sistema de Aproveitamento de Água.....	11
FIGURA 2 – Sistema de Reuso da Água do Chuveiro	12
FIGURA 3 – Centro Universitário “Antônio Eufrásio de Toledo” de Presidente Prudente.....	14
FIGURA 4 – Vazão dos Aparelhos Sanitários	15
FIGURA 5 – Bloco 1	16
FIGURA 6 – Bloco 2.....	17
FIGURA 7 – Bloco 3.....	17
FIGURA 8 – Prédio de Práticas.....	17
FIGURA 9 – Tabela do Método Analítico de Rippl	19
FIGURA 10 – Área de Cobertura dos Blocos do Centro Universitário “Toledo Prudente”.....	22
FIGURA 11 – Tabela Método Analítico de Rippl	23
FIGURA 12 – Tabela Comparativa entre Métodos de Dimensionamento e Demanda	24

GRAFICOS

GRÁFICO 1 - Índice pluviométrico de Presidente Prudente, série histórica de 32 anos.....	21
--	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	09
2.1 Importância do Reaproveitamento de Águas Pluviais.....	09
2.2 Principais Sistemas de Reaproveitamento de Águas.....	10
2.3 Casos de Reaproveitamento.....	12
3 MÉTODOS EXPERIMENTAIS	13
3.1 Área de Estudo	13
3.2 Dados Pluviométricos	14
3.3 Levantamento de Dados	15
3.3.1 Quantidade de Alunos e Funcionários	15
3.3.2 Consumo de Água	15
3.3.3 Área de Cobertura	16
3.4 Dimensionamento do Reservatório	18
3.4.1 Método de Azevedo Neto	18
3.4.2 Método Analítico de Rippl.....	18
3.4.3 Método Prático Alemão.....	19
3.5 Potencial de Economia de Água	20
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
4.1 Levantamento de Dados	20
4.2 Dados Pluviométricos	21
4.3 Cálculo da Área de Cobertura	22
4.4 Dimensionamento do Reservatório	22
4.4.1 Método de Azevedo Neto	22
4.4.2 Método Analítico de Rippl.....	23

4.4.3 Método Prático Alemão.....	23
4.4.4 Escolha da Capacidade do Reservatório.....	24
4.5 Potencial de Economia de Água	24
5 CONCLUSÃO	25
REFERÊNCIAS.....	26
ANEXOS	27

1 INTRODUÇÃO

A escassez de água é um dos problemas graves que podem afetar a sobrevivência humana futuramente. O uso desordenado, o desperdício e o aumento da demanda são fatores que agravam a escassez de água potável no nosso planeta.

As práticas de utilização da água devem considerá-la como um recurso natural finito. Está previsto para o século XXI, uma escassez de água que pode chegar a atingir cerca de 1/3 da população mundial, ou seja, uma nova cultura de aproveitamento deverá ser desenvolvida para que haja uma vida mais harmoniosa (TOMAZ, 2010).

O aproveitamento das águas das chuvas, surge como uma nova alternativa para o abastecimento. Também é um importante passo para a responsabilidade hídrica, fazendo com que áreas que antes utilizariam água potável em grande quantidade, como indústrias e o setor agropecuário, utilizem agora água não potável, ou seja, água das chuvas.

O reuso de águas pluviais está se tornando cada vez mais conhecido, estudado e aplicado atualmente devido a demanda cada vez maior desse recurso natural. Segundo Tomaz (2010), com a utilização da água das chuvas estima-se uma redução de consumo de 30% da água pública.

Este trabalho teve por objetivo, encontrar a demanda mensal de água não potável utilizada pelo Centro Universitário “Antônio Eufrásio de Toledo” de Presidente Prudente, dimensionar o reservatório com base nessa demanda encontrada e por fim analisar o potencial de economia de água potável, visando sua possível aplicação futura na instituição.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Importância do Reaproveitamento de Águas Pluviais

Atualmente, o reuso de recursos naturais está cada vez mais em pauta no meio da engenharia civil, e um desses recursos naturais é a água. O crescimento populacional e o uso não racional desse recurso estão aumentando cada vez mais a demanda por água potável, tornando-o assim um problema a nível global. Segundo a

ONU (Organização das Nações Unidas), o Brasil detém cerca de 12% da água doce do mundo, porém a discrepância geográfica e populacional no país é um grande problema: a região Amazônica comporta 74% da disponibilidade de água, mas apenas 5% da população brasileira, vive nessa região¹.

Segundo Eckert et al. (2015), países como o Brasil, por conta do atraso em aspectos tecnológicos e educacionais, além de elevado grau de pobreza, priorizam o crescimento econômico e negligenciam as preocupações com o meio ambiente, fazendo assim com que as populações futuras não tenham o mesmo acesso ao recurso natural, água, quanto diversos outros recursos.

Embora 2/3 da superfície terrestre seja coberto por água, 97,5% encontram-se nos mares e oceanos e não se prestam para a maioria das atividades agrícolas e dessedentação humana e animal, devido aos elevados teores de sais. A água doce, portanto, corresponde a apenas 2,5% do total disponível. (BRITO, SILVA, PORTO, 2014, p. 2).

Atividades comuns do dia a dia, como lavar o quintal ou até mesmo acionar a descarga do vaso sanitário, consomem uma quantidade considerável de água potável, de forma que se pode classificar essas utilizações como um desperdício desse recurso natural.

Uma das possíveis soluções para este problema de desperdício da água potável do planeta é o reaproveitamento da água da chuva. "A captação e utilização da água da chuva, para o seu aproveitamento, é um recurso acessível a todos, independente de condição social ou econômica" (KOBAYAMA, CHECCHIA, 2005, p. 2).

Nessa temática, Carli et al. (2013) comentam que as práticas de conservações e reuso surgem como meios e alternativas em potencial para promover um uso mais sustentável da água.

2.2 Principais Sistemas de Reaproveitamento de Água

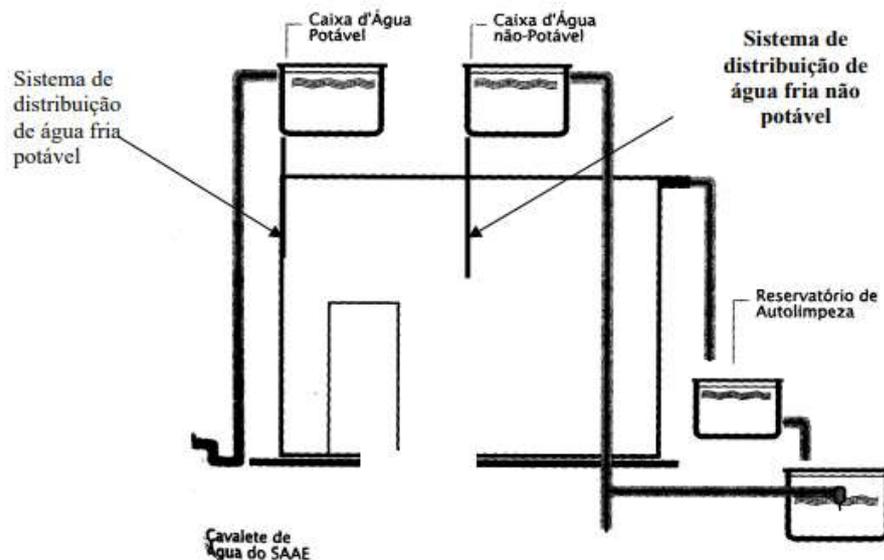
Como citado no tópico anterior, a água é um recurso natural finito e métodos de aproveitamento do mesmo estão sendo implantados para tentar diminuir o desperdício.

¹ <https://brasil.un.org/>

“É importante ressaltar que o modelo de aproveitamento de água de chuva, aqui considerado, é voltado para microbacias de telhados de áreas residenciais, comerciais e industriais” (TOMAZ, 2010, p. 18).

Tomaz (2010), exemplifica um esquema de aproveitamento de água da chuva para fins não potáveis, em uma residência que possui água encanada, como indicado na figura 1. O sistema de emissão de água não potável terá por seu uso final como maioria o uso em bacias sanitárias.

FIGURA 1 – Sistema de aproveitamento de água.



Fonte: Tomaz (2010, p. 18).

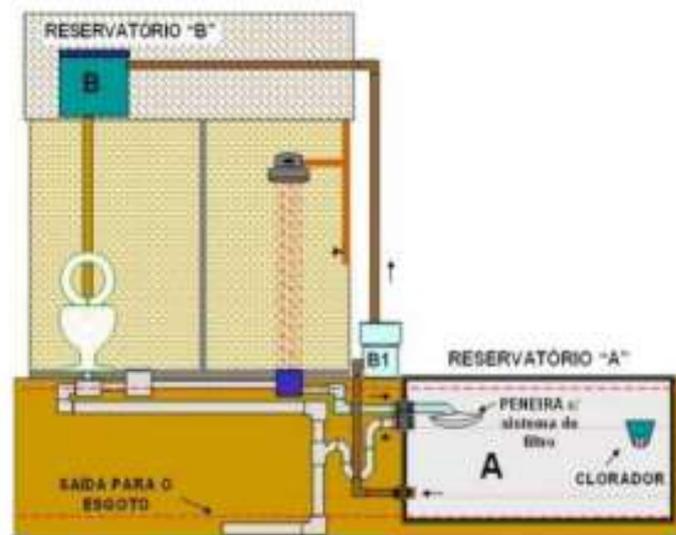
Outro sistema de reuso que está sendo utilizado, consiste na captação da água do chuveiro, para dar descargas no vaso sanitário, chamada aproveitamento de águas cinzas. As águas cinzas são aquelas provenientes dos lavatórios, chuveiros, tanques e máquinas de lavar roupa e louça (FIORI, FERNANDES, PIZZO, 2006, p. 21).

Rezende Mota (2006, p. 26), fala um pouco sobre esse método:

“Os caminhos de tratamento dessa água envolvem, entre outros, um sistema de filtro simples colocado na entrada do reservatório terrestre que reterá grande parte da sujeira vinda do banho e de um sistema de desinfecção e

conservação que utiliza "cloro orgânico" para garantir a desinfecção e conservação, deixando a água segura para o reuso no vaso sanitário."

FIGURA 2 – Sistema de reuso da água do chuveiro.



Fonte: Urbano (2006).

2.3 Casos de Reaproveitamento

Ao redor do mundo, podemos encontrar exemplos de países e estados que adotam o reaproveitamento e incentivam a população a utilizá-lo, trazendo benefícios financeiros, ou seja, descontos em contas de água, ou até mesmo uma bonificação em espécie.

Segundo o Senado Notícias², site de notícias do Senado Federal do Brasil, foi estabelecida uma lei na qual visa o incentivo e a promoção da captação, preservação e aproveitamento de águas das chuvas. A Lei 13.501/2017, foi sancionada no dia 30 de outubro de 2017 e entrou em vigor no dia 31, do mesmo mês.

Segundo Turner et al. (2016), com descontos e regulamentações, a Austrália aumentou a porcentagem de uso das cisternas para captação de água da chuva de 9% para 20%, em uma década. Os autores também dizem que as cisternas

² <https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2017/10/31/sancionado-incentivo-ao-aproveitamento-de-aguas-das-chuvas>

para água pluvial ofereceram outros benefícios, tais quais, captura de fontes de água alternativa e diminuição de escoamento de águas provenientes da chuva.

Souza et al. (2016) fizeram um estudo para aproveitamento de água da chuva para uso não potável em uma universidade no Estado do Rio de Janeiro, semelhante ao que irá ser realizado nesse estudo. No estudo, depois que o sistema fosse implementado, ele traria uma economia na instituição de ensino de até 355 m³ de água aproveitável por mês, com isso a instituição deixaria de pagar por ano um total de até R\$ 40.683,00. Com esse valor de economia o sistema se pagaria em um prazo de até 3,8 anos.

Moruzzi et al. (2016) em um estudo feito para o aproveitamento de água para uso não potável no aeroporto internacional de Guarulhos, constataram por meio de cálculos de reservatório um máximo aproveitamento de águas pluviais de 44%, utilizando somente águas dos aparelhos sanitários. Será obtido um retorno financeiro depois da amortização dos custos, entre 3,5 e 7,5 anos, com economia de no máximo R\$14,99 por metro cúbico de água, indicando que em um lugar que gasta uma alta metragem cúbica de água por mês, o sistema de aproveitamento faz se muito eficiente.

3 MÉTODOS EXPERIMENTAIS

A seguir, é apresentada a metodologia utilizada para a coleta de dados pluviométricos, dados para a estimativa da demanda de água não potável, o cálculo da área de cobertura, dimensionamento do reservatório e por fim o potencial de economia de água.

3.1 Área de Estudo

O local de estudo foi o Centro Universitário “Antônio Eufrásio de Toledo” de Presidente Prudente, localizado na cidade de Presidente Prudente, interior de São Paulo. De acordo com o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) a população estimada no ano de 2021, em Presidente Prudente é de 231.953 habitantes, e uma densidade demográfica de 368,89 hab/km².³

³ <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/presidente-prudente>

FIGURA 3 – Centro Universitário “Antônio Eufrásio de Toledo” de Presidente Prudente.



Fonte: *Google Earth*, adaptado pelo autor.

3.2 Dados Pluviométricos

Os dados mensais de pluviosidade foram obtidos através do Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP) e o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e foram utilizados os dados disponíveis para a região de estudo, Presidente Prudente – SP. Os dados coletados foram os mais recentes encontrados no site do INMET, na data da escrita desse trabalho.

Os dados coletados foram de uma série histórica, portanto foi feita uma média mensal para essa série, para que chegue em um número que utilizável para o cálculo do reservatório.

3.3 Levantamento de Dados

3.3.1 Quantidade de Alunos e Funcionários

O primeiro dado necessário para dar sequência a pesquisa, foi a quantidade de alunos e funcionários que frequentam o campus da instituição diariamente, essas informações foram coletadas junto da própria instituição. Foi utilizado como base de pesquisa o ano de 2019, pois a frequência de alunos e colaboradores estava normal, sem ser afetado pela pandemia da COVID-19.

3.3.2 Consumo de Água

Conhecendo os dados da quantidade de pessoas, a próxima parte foi estimar o consumo de água que os alunos e funcionários gastam dentro do período de um mês, e para estimar esse consumo foi feita uma entrevista para saber assim a quantidade de vezes que os mesmos utilizam o banheiro e os aparelhos sanitários diariamente.

Com a frequência diária, foram comparados os dados com as vazões respectivas de cada aparelho. Para os dados das vazões dos aparelhos sanitários foi utilizada a tabela de Enedir Ghisi, conforme a Figura 4 com isso foi possível calcular a demanda mensal de água necessária para suprir a instituição de ensino.

FIGURA 4 – Vazão dos Aparelhos Sanitários.

Aparelho sanitário	Local	Vazão (L/s)
Torneiras de lavatórios	Banheiros femininos e masculinos	0,09
Torneira de tanque	Banheiros	0,14
Torneira de tanque	Cozinha e laboratórios	0,15
Torneira de pia	Cozinha	0,17
Torneira de lavatório	Banheiro e cozinha	0,13
Chuveiro	Banheiro, cozinha e banheiro masculino	0,02
Bebedouros elétricos	Pátios internos	0,01
Bacias sanitárias (válvula de descarga)	Todos os banheiros	1,70
Mictórios (válvula de descarga)	Todos os banheiros	0,15
Mangueira	Área externa	0,12

Fonte: Enedir Ghisi (2008).

3.3.3 Área de Cobertura

Outro dado necessário, foi a área de cobertura do Centro Universitário “Antônio Eufrásio de Toledo”. Esse dado foi coletado através das plantas baixas da instituição.

Como não foi possível o acesso às plantas de cobertura, foi feita uma estimativa da área de cobertura através das plantas baixas de todos os blocos, encontrando assim um total, que foi utilizado para o cálculo do reservatório.

A instituição atualmente é constituída por 3 blocos e 1 prédio, sendo divididos em: blocos 1, 2 e 3 e prédio de práticas, apresentados respectivamente nas figuras 5, 6, 7 e 8.

Para fins dos cálculos, foram usados como total, apenas o bloco 1 e 2, visto a grande extensão da área de cobertura da instituição, isso implicaria em altos custos de implantação e um desperdício de água, uma vez que o volume captado pelo sistema não conseguiria ser aproveitado totalmente.

FIGURA 5 – Bloco 1.



Fonte: *Google Earth*, adaptado pelo autor.

FIGURA 6 – Bloco 2.

Fonte: *Google Earth*, adaptado pelo autor.

FIGURA 7 – Bloco 3.

Fonte: *Google Earth*, adaptado pelo autor.

FIGURA 8 – Prédio de Práticas.

Fonte: *Google Earth*, adaptado pelo autor.

3.4 Dimensionamento do Reservatório

Para o dimensionamento do reservatório, foram utilizados métodos comumente aplicados para esse fim, o método de Azevedo Neto, método analítico de Rippl e Método Prático Alemão.

3.4.1 Método Azevedo Neto

O método de Azevedo Neto, consiste basicamente em calcular o valor máximo de águas pluviais que conseguira ser aproveitado a partir de uma única equação.

$$S = 0,042.P.A.T \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

S = Volume de água no reservatório. (Litros)

P = Precipitação em mm (Dados que foram coletados no tópico 3.2).

A = Área da coleta de água da chuva (m²) (Dados que foram coletados no tópico 3.3.3).

T = Números de meses de pouca chuva no ano (Dados que foram coletados no tópico 3.2).

Foram adotados como meses de pouca chuva nesse trabalho, meses que não atingiram a precipitação de 100mm, assim como foi realizado por Dornelles, Tassi e Goldenfum (2010).

3.4.2 Método Analítico de Rippl

Segundo Tomaz (2010), esse método consiste em montar uma tabela, para a obtenção do volume do reservatório, tabela mais explicativa na Figura 8 onde na primeira coluna colocamos os meses do ano.

Na segunda coluna colocamos as médias de precipitações mensais da cidade de estudo, Presidente Prudente, na terceira coluna foi inserida a demanda

mensal que foi estimada de acordo com pesquisas e coleta de dados feitas nos tópicos 3.3.1 e 3.3.2.(TOMAZ, 2010).

Já na quarta coluna foi colocada a área de captação da água ou a área de cobertura, na coluna 5 foram obtidos os volumes mensais disponíveis de água da chuva fazendo uma multiplicação dos valores da coluna 2 pela coluna 4 pelo coeficiente de *runoff* de 0,80 (TOMAZ, 2010).

Na coluna 6 estão a diferença entre o volume da demanda e o volume de chuvas mensais, na coluna 7 estão as diferenças acumuladas da coluna 6, sem considerar valores negativos, o valor máximo disponível nessa coluna, foi a capacidade do reservatório em m³, e por fim na coluna 8 nos mostrará como estará o nível da água em cada mês (TOMAZ, 2010).

FIGURA 9 – Tabela do Método Analítico de Rippl

	Ação
Coluna 1	Meses do Ano
Coluna 2	Precipitação Média Mensal
Coluna 3	Demanda Mensal
Coluna 4	Área da Captação da Água
Coluna 5	Valores Mensais Disponíveis
Coluna 6	Diferença entre a Demanda e Valores Mensais
Coluna 7	Diferenças Acumuladas da Coluna 6
Coluna 8	Estado em que se Encontra o Reservatório

Fonte: O autor, com base nos dados de Tomaz (2010).

3.4.3 Método Prático Alemão

Segundo Dornelles, Tassi e Goldenfum (2010), este é um método empírico que adota como o volume do reservatório o valor mínimo das seguintes equações:

$$V_{\text{dot}} = \text{mínimo de } \left\{ \begin{array}{l} V * 0,06 \\ D * 0,06 \end{array} \right\} \quad (\text{Equação 2})$$

Onde:

V_{dot} = volume do reservatório em litros;

V = volume anual aproveitável de água da chuva em litros;

D = demanda anual de água não potável em litros;

3.5 Potencial de Economia de Água

Com os dados do tamanho do reservatório, a próxima etapa foi descobrir o potencial de economia de água que esse sistema de aproveitamento irá gerar na instituição. Ele foi calculado pela diferença da média da metragem cúbica de água gasta na instituição, que foi coletado pelas contas de água também do ano de 2019, conforme justificado anteriormente, e a metragem cúbica do reservatório calculado.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises realizadas são apresentados a seguir. Depois de seguir os passos do capítulo de método experimentais, serão apresentados os dados a partir dos quais será analisada a possibilidade de uma futura implantação do sistema de acordo com o potencial de economia que pode gerar na instituição.

4.1 Levantamento de Dados

A quantidade de alunos e funcionários do ano de 2019 foram obtidos através do próprio Centro Universitário “Antônio Eufrásio de Toledo”.

Depois da análise dos dados fornecidos, foi constatada uma média mensal de 2393 alunos e 292 colaboradores, no ano de 2019. Totalizando assim, 2685 pessoas frequentando o campus do Centro Universitário “Antônio Eufrásio de Toledo” diariamente.

Com a quantidade de pessoas que frequentam o campus, pôde-se estimar a demanda de água não potável. A demanda foi estimada através de uma pesquisa realizada junto aos alunos e funcionários para descobrir a frequência e o tempo que os mesmos utilizavam os aparelhos sanitários. A pesquisa utilizada para a estimativa pode ser encontrada no anexo A, no final do trabalho.

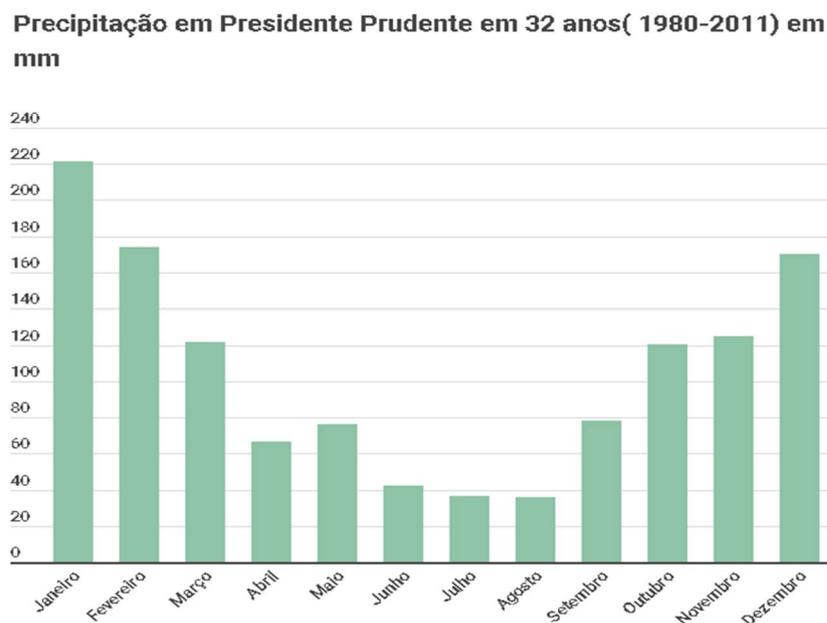
Como resultado da pesquisa, ficou constatado que a demanda de água potável, que pode ser substituída por água não-potável é de 365m³ por mês.

4.2 Dados Pluviométricos

Os dados mensais de pluviosidade foram obtidos através do Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP) e o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e forneceram para a região de estudo, Presidente Prudente – SP, um índice pluviométrico anual médio de 1268,31 mm, em uma série histórica de 1980 a 2011, ou seja, 32 anos, como mostra o gráfico 1. Os dados coletados foram os mais recentes encontrados no site do INMET, na data da escrita desse trabalho.

Analisando o gráfico 1, podemos observar que os meses que apresentam maiores valores de precipitação são os meses de janeiro e fevereiro, apresentando 221,41 mm e 173,90 mm respectivamente. Também podemos observar os meses de menor ocorrência de chuva anual, que são os meses de julho e agosto, a quantidade em milímetros de chuva dos dois meses respectivamente são 36,30 mm e 35,99 mm, não conseguindo superar a marca de 40 mm.

GRÁFICO 1 – Índice pluviométrico de Presidente Prudente, série histórica de 32 anos.



Fonte: Elaborado pelo autor, baseado em dados coletados do INMET e BDMEP.

4.3 Cálculo de Área de Cobertura

Com as plantas dos blocos já em mãos, foi feito o cálculo para descobrir a área total de cobertura da instituição.

Foram feitos os cálculos dos blocos 1 e 2 juntos devido sua proximidade e para ser mais fácil o entendimento. Sendo obtidos os resultados a seguir, conforme figura 10.

FIGURA 10 – Área de Cobertura dos Blocos do Centro Universitário “Toledo Prudente”.

LOCAL	ÁREA
BLOCO 1 E BLOCO 2	5.594,5 M ²
TOTAL	5.594,5 M²

Fonte: O autor.

O valor de 5.594,5 m², é o valor da área de cobertura da instituição, que também podemos chamar de área de coleta de água da chuva ou área de captação.

4.4 Dimensionamento do Reservatório

4.4.1 Método Azevedo Neto

Para o cálculo do reservatório utilizando o método de Azevedo Neto, foi usada a equação abaixo e foi obtido os seguintes resultados.

$$S = 0,042 \times 1.268,31 \times 5.594,5 \times 6 \quad (\text{Equação 1})$$

Com os dados obtidos foi realizado o cálculo e o resultado foi um reservatório com a capacidade de 1.788 m³.

4.4.2 Método Analítico de Rippl

Para o cálculo do reservatório com o método analítico de Rippl, todos os dados coletados foram colocados na tabela, assim como foi mencionado na metodologia, e foram obtidos os seguintes resultados segundo a figura 10.

FIGURA 11 – Tabela Método Analítico de Rippl.

Coluna 1	Coluna 2	Coluna 3	Coluna 4	Coluna 5	Coluna 6	Coluna 7	Coluna 8
janeiro	221	365	5594,5	989,11	-624,11	-	E
fevereiro	173	365	5594,5	774,28	-409,28	-	E
março	121	365	5594,5	541,55	-176,55	-	E
abril	66,5	365	5594,5	297,63	67,37	67,37	D
maio	76,25	365	5594,5	341,26	23,74	91,11	D
junho	42,26	365	5594,5	189,14	175,86	266,97	D
julho	36,3	365	5594,5	162,46	202,54	469,50	D
agosto	35,99	365	5594,5	161,08	203,92	673,43	D
setembro	78,39	365	5594,5	350,84	14,16	687,59	D
outubro	120,21	365	5594,5	538,01	-173,01	-	S
novembro	124,67	365	5594,5	557,97	-192,97	-	S
dezembro	170,53	365	5594,5	763,22	-398,22	-	S

Fonte: O autor, com base em Tomaz (2010).

O método Analítico de Rippl, obteve um reservatório com capacidade de 688m³ de água.

4.4.3 Método Prático Alemão

Para o cálculo do reservatório a partir do método prático Alemão, podemos usar qualquer uma das duas fórmulas, mas para esse estudo foi utilizada a fórmula que calcula o reservatório a partir da demanda.

$$Vadot = 365 * 0,06$$

E para este método o chegamos em um valor para o reservatório de 21,9 m³, ou seja, um valor muito baixo comparado à demanda necessária para atender a instituição.

4.4.4 Escolha da Capacidade do Reservatório

O reservatório foi calculado e dimensionado por meio de 3 métodos muito utilizados para esse fim, Azevedo Neto, Rippl e Prático Alemão.

FIGURA 12 – Tabela Comparativa entre Métodos de Dimensionamento e Demanda.

Método de Dimensionamento	Capacidade do Reservatório	Demanda da Instituição
Analítico de Rippl	688 m ³	365 m ³
Azevedo Neto	1.788 m ³	365 m ³
Prático Alemão	21,9 m ³	365 m ³

Fonte: O autor.

O método de Azevedo Neto apresentou um reservatório com capacidade final de 1.788m³. Pode-se dizer que esse método leva em conta períodos de pouca chuva ou estiagem, tendo um resultado de volume do reservatório desproporcional à demanda para atender a instituição.

O método Prático Alemão, nos apresentou um reservatório com capacidade de 21,9 m³, valor que não supre nem mesmo a demanda mensal para atender a universidade dentro de um período curto, por isso foi descartado.

O melhor método, e o adotado, foi o de Rippl, pois com diferentes variáveis pôde-se chegar em um resultado do reservatório de 688m³ de água, ou seja, ele está dentro das expectativas da instituição pois o mesmo consegue suprir a demanda de 365 m³ mensais, e não possui um valor elevado, que resultaria em altos custos. Outro ponto é que o reservatório pode abastecer a instituição por até 56 dias em um período sem chuva, apenas com a água que irá ficar armazenada.

4.5 Potencial de Economia de Água

Com o reservatório de 688 m³ escolhido, foi calculado o potencial de economia que o sistema se fora implantado irá gerar na instituição.

Através das tarifas de água fornecidas pelo Centro Universitário “Antônio Eufrásio de Toledo” de Presidente Prudente, foi calculado e feita uma média mensal de consumo de água potável do ano de 2019. A instituição teve uma média de 509 m³ mensais gastos, com valor de R\$10.602,64.

Com uma futura implantação desse sistema, a economia de água potável pode diminuir em até 70%, e com uma economia de R\$7.600 por mês.

5 CONCLUSÃO

O presente estudo estimou o potencial de economia de água potável que o sistema de aproveitamento de águas pluviais irá gerar, caso implantado futuramente, na instituição Centro Universitário “Antônio Eufrásio de Toledo” de Presidente Prudente.

O sistema de aproveitamento de águas pluviais, não traz para o lugar que fora implantado apenas benefícios econômicos, mas também proporciona benefícios ambientais, reduzindo o consumo de água potável, assim ajudando a nossa geração e as gerações futuras.

Foi escolhido um reservatório de 688m³ para atender a universidade, com esse volume, a mesma poderá ficar até 56 dias sem receber qualquer chuva, e mesmo assim será abastecida pelo reservatório, isso mostra como o sistema pode auxiliar demais nas questões de futuros racionamentos de água.

REFERÊNCIAS

BARLOW, B; CLARKE, T. **Ouro Azul**. São Paulo: Makron Books. 2003. 331 p.
Brasil.un.org- **Organizações das Nações Unidas**. Acesso em: 31 de maio de 2021.

BRITO, LUIZA.; SILVA, ADERALDO.; PORTO, EVERALDO. **Disponibilidade de água e gestão de recursos hídricos**. 2014. 32p.

CARLI, L. N.; DE CONTO, S. M.; BEAL, L. L.; & PESSIN, N. **Racionalização do uso da água em uma instituição de ensino superior – Estudo de caso da Universidade de Caxias do Sul**. **GeAS** – Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, 2(1), 143-165.

DORNELLES, F.; TASSI, R.; GOLDENFUM, J. A. **Avaliação das Técnicas de Dimensionamento de Reservatórios para Aproveitamento de Água de Chuva.** Revista Brasileira de Recursos Hídricos V.15 n.2, 2010. 59-68 p.

ECKERT, S., CORCINI NETO, S. L. H;BOFF, D. S. (2015). **Iniciativas e práticas ambientais das pequenas e médias empresas do Vale do Cai-RS.** GeAS – Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, 4(1), 108-123

FIORI, S.; FERNANDES, V. M. C.; PIZZO, H. **Avaliação qualitativa e quantitativa do reuso de águas cinzas em edificações.** Porto Alegre: 2006. 30 p.

GOOGLE EARTH. Disponível em:< <https://www.google.com.br/intl/pt-BR/earth/>> . Acesso em: 31 maio 2021.

IBGE. **População de Presidente Prudente.** Disponível em:< <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/presidente-prudente>> . Acesso em: 23 agosto 2021.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Disponível em:< <https://portal.inmet.gov.br/>>. Acesso em: 26 outubro 2021.

KOBIYAMA, MASATO.; CHECCHIA, TATIANE.; DA SILVA, ROBERTO. **Tecnologias alternativas para o aproveitamento de águas.** 2005. 110 p.

MARINOSKI, A. K.; GHISHI, E. **Aproveitamento de água pluvial para usos não potáveis em instituição de ensino: estudo de caso em Florianópolis – SC.** Ambiente Construído, Porto Alegre, 2008. v. 8, n. 2. 67-84 p.

MORUZZI, R. B.; JUNIOR, W. C. S.; ARDUINO, J.; JULIO, MARCELO. **Avaliação do aproveitamento de água pluvial para atendimento de uso não potável no Aeroporto Internacional de São Paulo/Guarulhos.** Engenharia Sanitária Ambiental. V.1 1, 2016. 17-28 p.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Disponível em:< <https://brasil.un.org/>> . Acesso em: 29 de outubro de 2021

REZENDE MOTA, M. B.; MANZANARES, M. D.; SILVA, R. A. L. **Viabilidade de reutilização de água para vasos sanitários.** 2006. 29 p.

SENADO NOTÍCIAS. **Sancionado incentivo ao aproveitamento de águas das chuvas** Disponível em:< <https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2017/10/31/sancionado-incentivo-ao- aproveitamento-de-aguas-das-chuvas>> . Acesso em: 29 de outubro de 2021

SOUZA, J. F.; NETO, M. R. F.; SOUZA, M. A. S.; VENEU, D. M. **Aproveitamento de água de chuva para usos não potáveis na Universidade Severino Sombra.** Revista Eletrônica Teccen. 2016. 35-46 p.

TOMAZ, P. **Água: pague menos.** São Paulo, 2010. 135 p.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis**. São Paulo, 2010. 486 p.

TURNER, A.; WHITE, S.; CHONG, J.; DICKINGSON, M.A.; COOLEY, H. e DONNELLY, K., 2016. **Managing drought**. Australia, 2016.

URBANO, E. **Sistemas de reuso de água residencial**. Disponível em: <www.sociedadodosol.org.br> . Acesso em: 31 maio 2021.

ANEXOS

ANEXO A – Pesquisa utilizada para a estimativa do consumo de água não potável no Centro Universitário “Antônio Eufrásio de Toledo” de Presidente Prudente.

☰

Por dia, quantas vezes em média você utiliza o Vaso Sanitário nas instalações da Toledo?

Uma vez

Duas Vezes

Três vezes

Quatro ou mais vezes

Não utilizo

Por quanto tempo a descarga do Vaso Sanitário permanece ativa para cada uso? (Caso não se lembre, deixe em branco)

Texto de resposta curta

.....

☰

Por dia, quantas vezes em média você utiliza o Mictório nas instalações da Toledo?

Uma vez

Duas vezes

Tres vezes

Quatro ou mais vezes

Não utilizo

Por quanto tempo a válvula do Mictório permanece ativa para cada uso? (Caso não se lembre, deixe em branco)

Texto de resposta longa

.....



Por dia, quantas vezes em média você utiliza a Torneira do Lavatório nas instalações da Toledo?

- Uma vez
- Duas vezes
- Três vezes
- Quatro ou mais vezes
- Não utilizo

Estime um tempo de uso de água a cada vez que você utiliza a Torneira do Lavatório (Caso não se lembre, deixe em branco)

Texto de resposta curta
