



cbESF

Natal - RN

**V Congresso Brasileiro dos
Engenheiros Sem Fronteiras**

2018

PROJETO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL EM UMA ESCOLA MUNICIPAL EM JUIZ DE FORA - MG

*Sumáya K. F. Neves^{a, b, *}, Mariana M. da Fonseca^{a, b}, Fernanda R. Pantojo^a, Henrique A. Vitoi^a, Luana O. da Costa^a*

^a Núcleo Engenheiros Sem Fronteiras, Juiz de Fora, Minas Gerais

^b Bolsista GET/ESA-UFJF, Juiz de Fora, Minas Gerais

* sumaya.neves@engenharia.ufff.br

Resumo: *O crescimento populacional e o processo de industrialização são fatores responsáveis pelo aumento da demanda por água, que se caracteriza como um problema para o abastecimento público, uma vez que passamos a encontrar uma pior qualidade das águas nos mananciais ou, ainda, a insuficiência dos mesmos. Logo, a busca por alternativas que visam aumentar a oferta desse recurso natural é mais do que uma necessidade. O aproveitamento das águas da chuva é uma alternativa que tem sido adotada para minimizar tais impactos decorrentes do abastecimento público. Diante disso, o presente trabalho tem como objetivo apresentar as etapas de dimensionamento e os resultados do projeto de captação de água da chuva realizado em uma escola municipal de Juiz de Fora - MG e verificar sua viabilidade econômica e ambiental. O dimensionamento do reservatório foi realizado pelo software Netuno, através do qual é possível determinar o aproveitamento de água pluvial para uso não potável, além de outras informações importantes, como o potencial da economia de água. Os resultados gerados pelo programa foram satisfatórios. Encontrou-se, para um volume de 6 m³ do reservatório, uma economia média de água potável de 62,67% e um tempo de retorno do investimento de 3,9 anos. Concomitantemente com a construção do sistema de captação da água da chuva, realizou-se também um projeto de Educação Ambiental com ênfase na poluição e economia de água. O projeto foi considerado viável e impactou aproximadamente 235 pessoas.*

Palavras-chave: *Água de chuva. Volume do reservatório. Economia de água. Educação ambiental.*

1 INTRODUÇÃO

O crescimento populacional e o processo de industrialização são alguns dos fatores responsáveis pelo aumento da demanda por água. Tal fato caracteriza-se como um problema para o abastecimento público, uma vez que se intensificam os desafios de se fornecer um maior volume de água potável. Estes desafios se tornam ainda maiores quando considerada a baixa qualidade das águas nos mananciais ou, ainda, a insuficiência de águas dos mesmos. Além disso, o mau gerenciamento do uso dos recursos hídricos também tem sido um agravante para esse possível não suprimento de demanda.

Diante desse cenário, a busca por alternativas que visam aumentar a oferta do recurso natural é mais do que uma necessidade. Assim, o aproveitamento das águas da chuva tem sido



cbESF
Natal - RN

**V Congresso Brasileiro dos
Engenheiros Sem Fronteiras
2018**

adotado a fim de minimizar os impactos decorrentes da insuficiência do abastecimento público.

Além de propiciar a redução da ocorrência de enchentes nos centros urbanos, a captação das águas pluviais contribui para a diminuição do consumo de água tratada, uma vez que o seu aproveitamento é possível para usos não potáveis, tais como o uso em bacias sanitárias, lavagem de pisos e veículos e fins ornamentais.

O estudo da viabilidade do uso de águas pluviais deve considerar a disponibilidade de chuvas na região, assim como o adequado dimensionamento do reservatório de armazenamento. Práticas simples como a captação de água pluvial é um exemplo ações em prol da proteção ao meio ambiente no nosso cotidiano, além ser um método educacional para ilustrar a importância da água para crianças e adultos.

À vista disso, o presente trabalho tem como objetivo apresentar as etapas de dimensionamento e os resultados do projeto de captação de água da chuva realizado em uma escola municipal de Juiz de Fora - MG e verificar sua viabilidade econômica e ambiental.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

A escola escolhida para a implantação do sistema de captação de água pluvial foi a Escola Municipal Carlos Alberto Marques, situada na Rua Sady Monteiro Boechat, 60, bairro São Pedro, Juiz de Fora – MG. A escola atende um total de 203 crianças da educação infantil e do ensino fundamental do 1º ao 5º ano, contando com 32 professores e funcionários dispostos a integrar a educação ambiental em suas aulas.

2.2 Obtenção de dados

Área de captação

O telhado da escola é dividido em 4 águas, ou seja, 4 áreas que direcionam o escoamento de uma massa de água em um determinado sentido. O telhado já contava com canaletas e tubulações para a coleta da água pluvial, dessa forma, escolheu-se uma canalização para direcionar a água até o reservatório e calculou-se a área do telhado que conduzia a água para a tubulação escolhida. A área foi calculada através de medição realizada em campo e depois foi verificada na planta baixa da escola, sendo esta de aproximadamente 71,17 m².

Dados de precipitação

Os dados de precipitação foram obtidos através da base de dados históricas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Foram utilizadas as precipitações diárias para o período de janeiro de 2007 à 29 de maio de 2017.

Demanda de água mensal

O consumo foi estimado com base na demanda de água da escola em relação a usos de origem não potável: limpeza da escola e rega da horta. Para calcular a demanda de água,



inicialmente realizou-se a medição da vazão da mangueira utilizada no colégio, para isso, calculou-se o tempo que a mangueira levava para encher um balde de 5 litros (V). Este processo foi realizado 4 vezes, obtendo-se o tempo médio de enchimento do balde de 30 segundos (t). Pela Equação 1, foi possível calcular a vazão estimada da mangueira (Q):

$$Q = \frac{V}{T} \quad (1)$$

Estimou-se também os dados referentes à limpeza do colégio e para regar o jardim, conforme representado na Tabela 1.

Tabela 1: Dados de utilização de água da escola.

Atividade	Tempo médio	Frequência
Limpeza do colégio	20 min	1 vez/semana
Regar da hora	5 min	5 vezes/semana

2.3 Dimensionamento do reservatório

O dimensionamento do reservatório foi realizado pelo *software* Netuno, por meio do qual é possível determinar:

- O aproveitamento de água pluvial para uso não potável;
- O potencial de economia de água;
- O volume de água pluvial extravasado anualmente;
- O volume total consumido de água pluvial;
- Porcentagem de dias que a demanda é atendida: totalmente, parcialmente ou não atendida.

Os dados de entrada utilizados no programa estão representados na Tabela 2.

Tabela 2: Dados de entrada utilizados no Netuno.

Precipitação diária	Arquivo em formato .csv em mm
Data inicial	01/01/2007
Área de captação	71,17 m ²
Demanda total diária (fixa)	78,72 L
Descarte de escoamento inicial	2mm
Número de pessoas	1 pessoa
Percentual de demanda de água pluvial que se deseja atender	100%
Coefficiente de escoamento superficial (Run off)	0,80
Volume máximo do reservatório inferior	800 L e os respectivos intervalos, que foi usado o valor de 100 L.
Porcentagem de consumo	100%



Para o parâmetro “Descarte de escoamento inicial” foi utilizado 2 mm, de acordo com a NBR 15.527 para representar a primeira água, que representa a “água de lavagem” do telhado ou “água suja”. O parâmetro “Número de pessoas” foi considerado 1, pois os dados de consumo já são referentes ao consumo total da escola, não sendo necessário a multiplicação do consumo individual pelo número de pessoas.

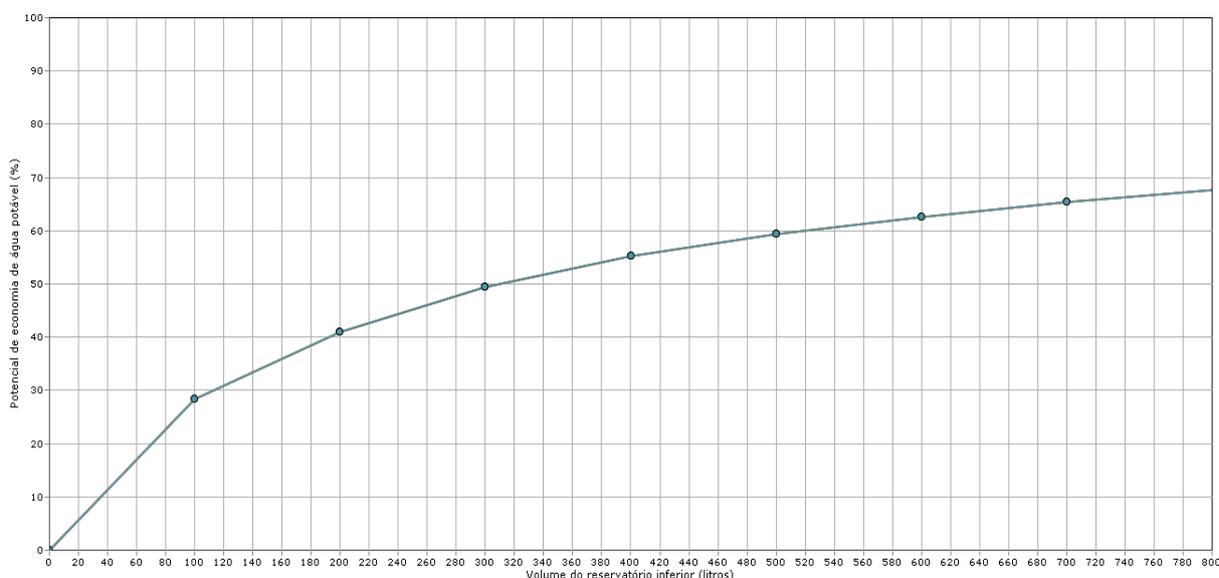
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por meio da Equação 1, obteve-se a vazão estimada da mangueira $Q_{\text{mangueira}} = 0,167 \text{ L/s}$, que foi utilizada como base para o cálculo do volume de água gasto para as atividades de limpeza e rega.

A partir da vazão de água na mangueira e dos dados da Tabela 1, calculou-se o volume total de água destinado à limpeza do colégio e à rega do jardim. Os volumes encontrados para limpeza e rega foram, respectivamente, 28,57 L e 50,00 L. A partir dos resultados, a demanda total diária estipulada do colégio foi de 78,57 L.

De posse das informações sobre consumo de água (Tabela 3) e os dados de entrada no *software* Netuno (Tabela 2), realizou-se as simulações. Com os resultados das simulações, chegou-se ao valor de 6 m^3 para o volume ideal do reservatório. A partir deste volume verificou-se que o aumento da economia de água não seria significativo, uma vez que para o volume de 6 m^3 temos uma economia de aproximadamente 63% e esta crescerá para 68% se adotássemos 8 m^3 ; e adotar um volume maior poderia tornar a realização do projeto inviável economicamente. Na figura 2 é possível observar o consumo médio de água pluvial diário e na figura 3, o volume de água extravado diariamente.

Figura 1: Potencial de economia de água x Volume do reservatório.





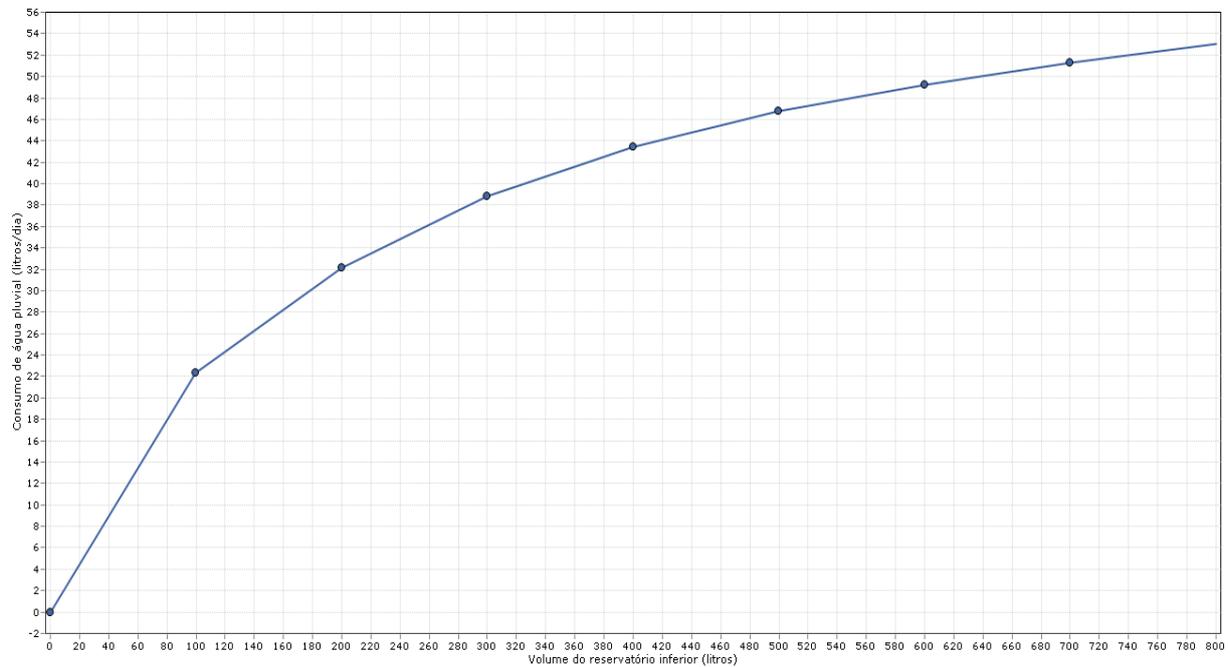
cbESF

Natal - RN

**V Congresso Brasileiro dos
Engenheiros Sem Fronteiras**

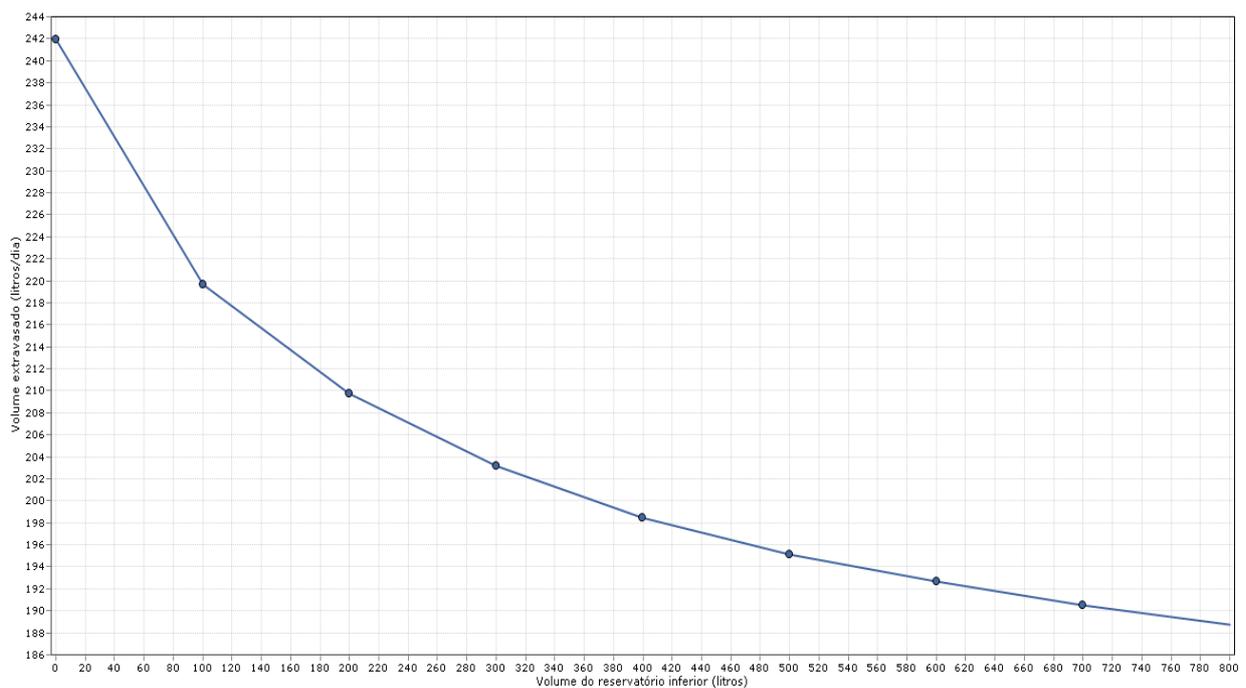
2018

Figura 2: Consumo médio de água pluvial diário x Volume do reservatório.



Fonte: Autores, 2018

Figura 3: Volume de água extravasado x Volume do reservatório.



Fonte: Autores, 2018



Por meio do *software* Netuno é possível sintetizar todas as informações dos gráficos em forma de tabela, bem como se pode ter as informações mensais referentes ao volume escolhido, pode-se visualizar isso na Tabela 3.

Tabela 3: Planilha de dados para o volume de 6m³

Mês	Potencial de utilização de água pluvial (%)	Volume consumido de água pluvial (litros)	Volume consumido de água potável (litros)	Volume extravasado (litros)	Atendimento completo (%)	Atendimento parcial (%)	Sem atendimento (%)	Média diária de recalques
Janeiro	78,08	61,35	17,22	366,66	76,34	2,96	20,70	0,79
Fevereiro	81,10	63,72	14,85	245,81	78,47	4,42	17,11	0,83
Março	82,08	64,49	14,08	271,26	80,38	2,42	17,20	0,83
Abril	65,78	51,68	26,89	85,06	62,78	5,56	31,67	0,68
Mai	43,02	33,80	44,77	38,22	41,35	3,52	55,13	0,45
Junho	29,07	22,84	55,73	7,36	26,36	5,45	68,18	0,32
Julho	23,29	18,30	60,27	4,54	21,41	3,52	75,07	0,25
Agosto	23,65	18,58	59,99	26,63	21,70	3,52	74,78	0,25
Setembro	51,95	40,81	37,76	52,55	50,00	3,33	46,67	0,53
Outubro	86,38	67,87	10,70	225,03	84,16	3,52	12,32	0,88
Novembro	96,66	75,95	2,62	476,74	96,36	0,61	3,03	0,97
Dezembro	92,51	72,68	5,89	512,24	90,91	2,35	6,74	0,93
Média	62,67	49,24	29,33	192,65	61,14	3,43	35,43	0,65
Total ano		17972	10706	70316				

Fonte: Autores, 2018

Para o volume de 6 m³ foi possível calcular a média de economia de água potável, de 62,67%, o volume de água pluvial consumido por dia de 49,23 L, volume de água potável para suprir a demanda de acordo com os usos pré-estipulados de 29,33 L, o volume de água extravasado por dia de 192,65 L, entre outros.

O volume de água extravasado indica que o potencial de captação poderia ser bem maior de acordo com a área e com a precipitação, no entanto, devido ao custo referente a um reservatório maior, adotou-se 6 m³, como já mencionado anteriormente.

Após o dimensionamento, foi possível realizar a construção do sistema conforme o esquema da Figura 4.

Na construção do sistema buscou-se aplicar a sustentabilidade em todos os aspectos. O reservatório foi feito com duas bombonas de plástico reutilizadas que foram interligadas, conforme a Figura 5.

Em conjunto, foi realizado um projeto de educação ambiental com as crianças do colégio, no qual foi preparada uma apresentação enfatizando a importância da preservação da água, a necessidade de utilizá-la de modo racional e, não poluir os mananciais. Foi mostrado e explicado a essas crianças o funcionamento do sistema de captação da água da chuva executado no colégio (Figura 6). Além da captação de água de chuva, atualmente é realizado os projetos de compostagem e da horta orgânica, nos quais, funcionários e alunos participam das atividades junto com os membros do Engenheiros Sem Fronteiras.

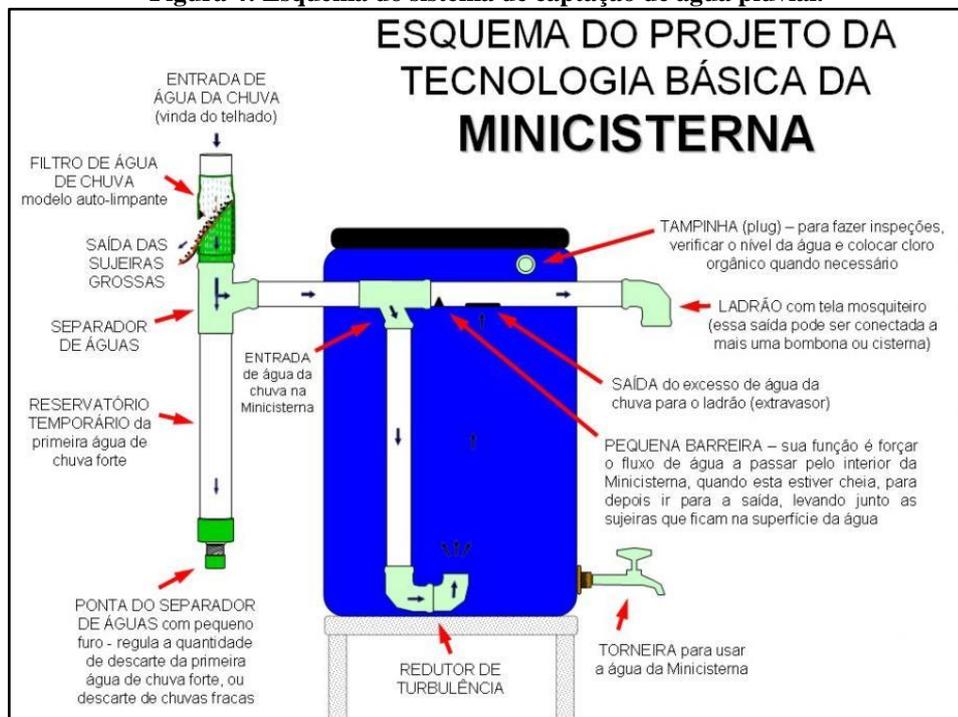


cbESF

Natal - RN 2018

V Congresso Brasileiro dos Engenheiros Sem Fronteiras

Figura 4: Esquema do sistema de captação de água pluvial.



Fonte: <<http://www.sempresustentavel.com.br/>>. Acesso em setembro/2018

Figura 5: Sistema de captação de água.



Fonte: Acervo pessoal



cbESF

Natal - RN

**V Congresso Brasileiro dos
Engenheiros Sem Fronteiras**

2018

Figura 6: Projeto de educação ambiental com os alunos da escola.



Fonte: Acervo pessoal

Ao final do projeto, constatou-se sua viabilidade econômica. O custo total do sistema foi de aproximadamente R\$ 250,00. Considerando a tarifa de água de R\$ 8,97/m³ para locais públicos com consumo na faixa de 20 a 40 m³ por mês, de acordo com a COPASA (2018), o período de amortização, ou seja, o retorno do investimento seria de 3,9 anos.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a realização do projeto, foi possível impactar aproximadamente 235 pessoas, entre crianças e funcionários do colégio, com as ações de sustentabilidade realizadas. Verificou-se a viabilidade e a facilidade da execução do projeto, confirmando que a captação de água pluvial e a sua utilização não potável apresenta-se como uma alternativa muito interessante e viável do ponto de vista econômico e ambiental. Práticas sustentáveis e simples como esta, podem ser aplicadas em vários lugares e são a porta de entrada e incentivo para a adoção de outras medidas de preservação do meio ambiente.

Agradecimentos

Agradecimento ao Engenheiros Sem Fronteiras – Juiz de Fora pela oportunidade de aprendizagem e de poder impactar a vida das pessoas, aos professores Celso Bandeira de Melo Ribeiro e Maria Helena Rodrigues Gomes pelo apoio técnico e incentivo e à Escola Municipal Carlos Alberto Marques por ter apoiado todos projetos que foram apresentados pelo núcleo.



cbESF

Natal - RN

**V Congresso Brasileiro dos
Engenheiros Sem Fronteiras**

2018

REFERÊNCIAS

NETTO, JOSÉ M. DE AZEVEDO; MELO, VANDERLEY DE OLIVEIRA. **Instalações prediais hidráulicas – sanitárias**. São Paulo, Edgard Blücher, 1988.

TOMAZ, PLINIO. **Aproveitamento de água de chuva**. São Paulo, Navegar, 2003.

AMORIM, S. V. de, PEREIRA, D. J. A. **Estudo comparativo dos métodos de dimensionamento para reservatórios utilizados em aproveitamento de água pluvial**. Departamento de Engenharia Civil – Universidade Federal de São Carlos, Brasil, 2008.

OLIVEIRA, N. N. de. **Aproveitamento de água de chuva de cobertura para fins não potáveis, de próprios da educação da rede municipal de guarulhos**. Universidade de Guarulhos, Curso de Engenharia Civil. 2008.

MAY, SIMONE. **Estudo da viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações**. São Paulo, 2004.

<<http://www.copasa.com.br>> Acesso em 29 ago. 2018

<<http://www.inmet.gov.br>> Acesso em abr. 2018

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.844: Instalações prediais de águas pluviais**, 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.527: Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis**, 2007.

GHISI, E.; CORDOVA, M. M. **Netuno 4**. Programa computacional. Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia Civil. Disponível em: <http://www.labeee.ufsc.br/>. 2014.



cbESF
Natal - RN

V Congresso Brasileiro dos
Engenheiros Sem Fronteiras
2018

PROJECT OF RAINWATER CAPTURE IN A MUNICIPAL SCHOOL IN JUIZ DE FORA - MG

Abstract: : Population growth and the industrialization process are factors responsible for the increase in the demand for water, which is characterized as a problem for the public supply, once we find a worse water quality in the water sources or, also, the insufficiency of the themselves. Therefore, the search for alternatives that aim to increase the supply of this natural resource is more than a necessity. The use of rainwater is an alternative that has been adopted to minimize such impacts arising from public supply. The objective of this study is to present the design steps and the results of the rainwater harvesting project carried out at a municipal school in Juiz de Fora - MG and verify its economic and environmental viability. The sizing of the reservoir was performed by Neptune software, through which it is possible to determine the use of rainwater for non-potable use, as well as other important information, such as the potential of water saving. The results generated by the program were satisfactory. For a volume of 6 m³ of the reservoir, a mean saving of 62.67% of drinking water and a return of investment of 3.9 years was found. Concomitantly with the construction of the rainwater harvesting system, an Environmental Education project was also carried out with emphasis on pollution and water saving. The project was considered viable and impacted approximately 235 people.

Keywords: Rain water. Reservoir volume. Water economy. Environmental education.