

Proposta de Reaproveitamento das Águas Pluviais do Núcleo de Laboratórios Didáticos e Experimentais Professor Moacyr Costa Ferreira

Letícia Passos da Costa (UNIFEG) leticiacosta077@gmail.com

Guilherme Filipe de Siqueira Moreno (UNIFEG) guilhermesiqueiramoreno@outlook.com

Bruna Iviny Tavares (UNIFEG) bruna_iviny@hotmail.com

Bruna Quintiliano Ferreira (UNIFEG) bruna.quintiliano@outlook.com

Marcelo dos Santos Kawakame (UNIFEG) marcelo.kawakame@yahoo.com.br

Resumo:

O presente trabalho tem como objetivo uma proposta de reaproveitamento das águas pluviais do Núcleo de Laboratórios Didáticos e Experimentais Professor Moacyr Costa Ferreira, complexo de laboratórios localizado no Centro Universitário do Sul de Minas. A proposta visa a reutilização, no próprio local, de todo o volume pluviométrico captado pela cobertura do território. O ambiente apresenta alagamentos constantes devido a vazamentos nos condutores verticais, e com a presença do Laboratório de Circuitos Lógicos no interior, constatou-se a necessidade de uma solução viável da adversidade. Para a elaboração do projeto realizou-se levantamento planimétrico da área, revisão bibliográfica e fundamentou-se o mesmo pelas Normas Regulamentadoras Brasileiras. Os resultados apontam a economia de manutenção e os benefícios com a implantação do presente projeto.

Palavras-chave: Reaproveitamento, Pluvial, Sustentabilidade.

Proposal of Reuse of Rainwater of the Center of Didactical and Experimental Laboratories Professor Moacyr Costa Ferreira

Abstract

This work presents a proposal of reuse of rainwater of the Center of Didactical and Experimental Laboratories Professor Moacyr Costa Ferreira, a laboratories complex located at University Center of South Minas. The proposal aims to reuse on the spot, all the rainfall volume captured by the coverage of the territory. The environment presents constant flooding due to water conduits leaks and with the Logic Circuits Laboratory inside it, there was a perceived need for a viable solution to this adversity. For the project elaboration a planimetric survey was performed, along with a literature review, and the work was based on Brazilian Regulatory Standards. The results point to maintenance savings and benefits with the implementation of the present project.

Key-words: Reuse, Rain, Sustainability.

1. Introdução

A importância da água é explicada, principalmente, pelo fato de sua essencialidade à vida, ao desenvolvimento econômico e à preservação do meio ambiente. A redução gradual da qualidade e da disponibilidade dos recursos hídricos no planeta vem ocorrendo gradativamente devido, dentre outros fatores, ao acentuado aumento da população mundial e ao aumento do consumo de água potável. (MARINOSKI; GHISI, 2008).

No Brasil, os locais mais populosos costumam ser aqueles que têm pouca água; no entanto, as regiões com grande potencial hídrico possuem baixo índice populacional. Na Região Sudeste por exemplo, que dispõe de um potencial hídrico de apenas 6% do total nacional, conta com 43% do total de habitantes do país, enquanto a Região Norte, que compreende a Bacia Amazônica, apresenta 69% de água disponível, contando com apenas 8% da população brasileira. (MARINOSKI; GHISI, 2008).

Dessa forma, percebe-se a necessidade de técnicas alternativas de aproveitamento da água. Uma opção que visa suprir a demanda da população em relação ao uso de água para usos não potáveis é o aproveitamento de água pluvial, um recurso natural amplamente disponível na maioria das regiões do Brasil. Através deste sistema, é possível reduzir o consumo de água potável, minimizar alagamentos e enchentes, diminuir problemas com falta de água e preservar o meio ambiente para evitar a escassez dos recursos hídricos. (MAY, 2009).

Ainda segundo May (2009), a água pluvial coletada pode ser utilizada em descarga de bacias sanitárias, torneiras de jardins, lavagem de roupas, de calçadas e de automóveis. Neste caso especificamente, pretende-se usá-la para limpeza dos laboratórios e para abastecimento dos tanques e demais aparelhagens do Núcleo de Laboratórios Didáticos e Experimentais existentes no Centro Universitário do Sul de Minas, pois de acordo com Scherer (2003), os edifícios escolares são estruturas potenciais para a implantação de sistemas prediais de aproveitamento das águas pluviais para usos não potáveis, pois geralmente apresentam grandes áreas de captação. Para a implantação desses sistemas, são necessários estudos de viabilidade técnica e econômica, que verifiquem o potencial de economia de água potável e determinem a relação entre custo e benefício.

Desta forma, o trabalho pretende não somente fazer o reuso das águas da chuva, como também possibilitar o uso do projeto para fins didáticos, dentro da escola; mitigar os alagamentos dos locais determinados e, conseqüentemente, garantir a economia no uso da água potável e também na manutenção da rede interna que abastece o local, que pode acarretar aumento na responsabilidade social demonstrada pela universidade e na sustentabilidade organizacional, além de melhoria de grande parte do conjunto educacional e econômico.

1.1 Dados Técnicos do Projeto

Obra:

- Reaproveitamento de água pluvial

Locais de reaproveitamento:

- Laboratório de Materiais;
- Laboratório de Circuitos Lógicos;
- Laboratório de Mecânica dos Solos e Estradas;
- Laboratório de Hidráulica e Hidrologia;
- Laboratório de Física;

- Laboratório de Elétrica;
- Maquetaria;
- Laboratório de Engenharia Mecânica.

Área de utilização (m²):

- 538,00 m²

Prazo estimado da obra (dias):

- 15

Valor estimado da obra (R\$):

- 6.000,00

2. Objetivo de Implantação

Este projeto visa à captação de águas pluviais de parte da cobertura do Núcleo de Laboratórios Didáticos e Experimentais Professor Moacyr Costa Ferreira, para utilizá-la na limpeza do mesmo, e também nos tanques do Laboratório de Materiais e do Laboratório de Mecânica dos Solos e Estradas, além do abastecimento dos aparelhos existentes no Laboratório de Hidráulica. Têm-se a previsão dos seguintes benefícios para a instituição:

- Reduzir o consumo de água potável;
- Utilizar o sistema como referência de auto sustentabilidade;
- Utilizar o sistema como elemento didático (Colégio e Centro Universitário);
- Utilizar o sistema como projeto piloto de sustentabilidade de uso racional da água;
- Ampliar posteriormente o sistema com reservatórios que atenda o entorno da Fundação;
- Eliminar alagamentos no Núcleo, e conseqüentemente economia na manutenção.

3. Metodologia

3.1 Dimensionamento do reservatório e consumo

O reservatório deverá ser instalado sob uma estrutura e armazenar água para reuso, onde será reaproveitada para:

- Limpeza de todo o Núcleo de Laboratórios Didáticos e Experimentais Professor Moacyr Costa Ferreira;
- Abastecimento do tanque do Laboratório de Materiais;
- Abastecimento do tanque do Laboratório de Mecânica dos Solos e Estradas;
- Abastecimento do Laboratório de Hidráulica e Hidrologia.

A Tabela 1 apresenta uma estimativa do consumo semanal e convertido para mensal.

Utilização	Vazão (L/s)	Tempo aberto (min/semana)	Consumo semanal (L)	Consumo mensal (L)
Tanque – Materiais	0,25	07	105	420
Tanque – Solos	0,25	03	45	180
Limpeza	0,25	10	150	600
Consumo Total / mês				1.200

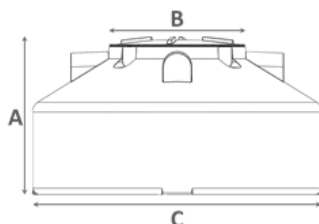
Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 1 – Consumo de água nos pontos de saída

O Abastecimento do Laboratório de Hidráulica e Hidrologia não foi considerado no consumo, pois a utilização no mesmo é rara, uma vez que seus equipamentos reutilizam a água por sistema de bombeamento.

Considera-se para efeito de dimensionamento a pluviosidade média anual de 1.486 mm, porém sabe-se que os meses de Maio a Agosto essa média são de apenas 45 mm para os quatro meses. Assim, dimensiona-se o reservatório para o cenário crítico, um total de 3 a 4 meses em escassez hídrica, devendo possuir capacidade mínima de 5.000 litros.

Portanto, a Figura 1 e a Tabela 2 contém as dimensões de um possível reservatório a ser utilizado.



Fonte: (LEE, 2013, p. 117).

Figura 1 – Reservatório

Capacidade (litros)	Dimensões (cm)		
	A	B	C
5.000	151	60	225

Tabela 2 – Dimensões do reservatório apresentado na Figura 1

3.2 Dimensionamento do Sistema Pluvial

O projeto será realizado seguindo a NBR 10844:1989 da ABNT – Instalações Prediais de Águas Pluviais.

a) Estimativa da precipitação pluvial

Com base em dados pluviométricos locais, procura-se conhecer as chamadas chuvas críticas, isto é, as de pequena duração, mas de grande intensidade. A experiência tem mostrado que, normalmente, as chuvas de curta duração são de grande intensidade e, ao contrário, as chuvas prolongadas são de intensidade menor. Como, ralos, calhas e condutores recebem essa precipitação, devem ser dimensionados para as chuvas intensas, de modo que, integralmente e em espaço de tempo muito pequeno, a água seja drenada, evitando que ocorram alagamentos, transbordamentos e infiltrações.

A precipitação é expressa por sua intensidade, a qual é medida em milímetros de altura d' água por hora. Para o projeto é considerado:

- O período de retorno foi fixado seguindo as características da área a ser drenada sendo assim $T = 25$ anos;
- A duração de precipitação foi fixada em $t = 5$ min;
- Seguindo NBR 10844:1989, considerou-se $i = 180$ mm/h.

b) Vazão de projeto (Q)

Determinado as áreas de contribuição de cada água (caída) temos que encontrar a vazão de projeto para o perfeito dimensionamento das calhas e condutores. Seguindo a NBR 10844:1989 a vazão de projeto deve ser calculada pela Equação 1:

$$Q = \frac{I \cdot A}{60} \quad (1)$$

Onde:

Q = Vazão de projeto (L/min)

I = Intensidade pluviométrica (mm/h)

A = Área de contribuição (m²)

Portanto, sabendo que a intensidade pluviométrica (I) é de 180 mm/h, e aplicando a Equação 1, a Tabela 3 apresenta a vazão inicial:

Saída do condutor	Área de distribuição Total (m ²)	I (mm/h)	Q (L/min)
01	15,56	180	46,68
02	41,79		125,37
03	57,46		172,38
04	47,74		143,22
05	36,88		110,64
06	41,44		124,32
07	63,57		190,71
08	45,32		135,96
09	48,97		146,91
10	24,34		73,02

Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 3 – Consumo de água nos pontos de saída

Seguindo a NBR 10844:1989, em calhas de beiral ou platibandas, possuindo uma mudança de direção a menos de 2 metros da saída, e o tipo de curva for de canto arredondado, temos como coeficiente multiplicativo 1,1. A Tabela 4 aponta a vazão de projeto final.

Saída do condutor	Q inicial (L/min)	Q projeto (L/min)
01	46,68	51,35
02	125,37	137,91
03	172,38	189,62
04	143,22	157,54
05	110,64	121,70
06	124,32	136,75
07	190,71	209,78
08	135,96	149,55
09	146,91	161,61
10	73,02	80,33

Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 4 – Vazão do projeto final

c) Dimensionamento dos condutores

Junções: O diâmetro interno mínimo dos condutores verticais, neste caso as junções, de seção circular é 70 mm. O dimensionamento destes pode ser realizado com emprego da Tabela 5, o qual fornece o diâmetro do condutor e o valor máximo da área de telhado drenada pelo tubo.

Diâmetro (mm)	Capacidade de vazão (L/s)	Área de telhado (m²)	
		Chuva 150 mm/h	Chuva 180 mm/h
50	0,57	14	17
75	1,76	42	53
100	3,78	90	114
125	7,00	167	212
150	11,53	275	348
200	25,18	600	760

Fonte: - Adaptado de BOTELHO & RIBEIRO Jr. (1998).

Tabela 5 – Diâmetro de acordo com as Junções

A vazão de projeto (L/s), a Área de contribuição (m²), o diâmetro adotado e o número de condutores são indicados pela Tabela 6.

Saída do Condutor	Vazão (L/s)	ÁC (m²)	Diâmetro mínimo (mm)	Diâmetro adotado (mm)
01	0,85	15,56	75	100
02	2,29	41,79	100	100
03	3,16	57,46	100	100
04	2,63	47,74	100	100
05	2,02	36,88	100	100
06	2,28	41,44	100	100
07	3,50	63,57	100	100
08	2,49	45,32	100	100
09	2,69	48,97	100	100
10	1,34	24,34	75	100

Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 6 – Dimensionamento dos condutores verticais

Condutores horizontais: Para o dimensionamento dos condutores horizontais, este que irão seguir toda a parte inferior das calhas seguiu-se alguns parâmetros encontrados na NBR 10844:1989. A Tabela 7 expõe as vazões para tubos de diâmetros diferentes com o material utilizado no projeto.

Diâmetro interno (D) mm	n = 0, 011			
	0,5%	1%	2%	4%
50	32	45	64	90
75	95	133	188	267
100	204	287	405	575
125	370	521	735	1040
150	602	847	1190	1690
200	1300	1820	2570	3650
250	2350	3310	4660	6620
300	3820	5380	7590	10800

Fonte: Adaptado NBR 18440:1989, p. 9.

Tabela 7 – Capacidade de condutores horizontais de seção circular (Vazões em L/min)

Dimensionando os condutores horizontais, temos como resultado, a Tabela 8.

Intervalo	Vazão (L/min.)	Declividade (%)	Diâmetro mínimo (mm)	Diâmetro adotado (mm)
a	51,35	1%	75	100
b	189,26		100	100
c	378,88		125	150
d	536,42		150	150
e	658,12		150	150
f	794,87		150	150
g	1004,65		150	150
h	1154,20		150	150
i	1315,81		200	200
j	1396,14		200	200

Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 8 – Condutores horizontais que recebem água do telhado

4. Resultados e Discussões

O Anexo I é demonstrado a lista de materiais e orçamento, do presente projeto que foi elaborado utilizando apenas a média do mercado atual.

Considerando a Resolução ARSAE-MG 96, de 29 de junho de 2017, a que se refere às tarifas aplicáveis aos usuários, categoria comercial, o qual deve se enquadrar à Fundação tem-se a Tabela 9.

Categoria	Faixas	Água	EDC	EDT	Unidade
Comercial	>40 a 200 m ³	10, 303	4, 508	9, 530	R\$/m ³
	>200 m ³	11, 095	4, 854	10, 263	R\$/m ³

Fonte: Adaptado Resolução ARSAE-MG 96, de 29 de junho de 2017.

Tabela 9 – Valores das tarifas aplicadas

Analisando as duas situações, tem-se como retorno do investimento anual a Tabela 10.

Faixa	Economia anual
>40 a 200 m ³	R\$148,36
>200 m ³	R\$159,76

Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 10 – Retorno anual do investimento.

5. Considerações Finais

Conclui-se que o retorno do investimento no projeto não se efetiva apenas com a taxa de consumo de água, porém haverá economia na manutenção interna do núcleo, e sabe-se que a implantação desse projeto é um dos requisitos para a obtenção de selos de qualidade, como a ISO 14001 e a ISO 55001 - Sistema de Gestão de Ativos, podendo assim a instituição ser pioneira em sua área de atuação, que conduzem aos seguintes benefícios:

- Melhoria de desempenho financeiro;
- Decisões informadas sobre investimentos em ativo;
- Risco gerenciado;
- Melhoria de saídas e serviços;
- Responsabilidade social demonstrada;
- Conformidade demonstrada;
- Melhoria de imagem;
- Melhoria da sustentabilidade organizacional;
- Melhoria da eficiência e eficácia.

Referências

ABS. ISO 55001. *Sistema de gestão de ativos*. Disponível em: ><http://www.abs-qe.com/pt/sistema-de-gestao-de-ativos.html>< acesso em 08 mar. 2018.

AGÊNCIA REGULADORA DE SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. *Resolução Arsa-MG 96, de 29 de junho de 2017*. ARSAE, Belo Horizonte, 2017.

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

FORTLEV. Tanque Fortplus. Disponível em: ><http://www.fortlev.com.br/produto/tanque-fortplus/>< acesso em: 06 mar. 2018.

MARINOSKI, A. K.; GHISI, E. *Aproveitamento de água pluvial para usos não potáveis em instituição de ensino: estudo de caso em Florianópolis – SC*. 18f. Artigo - Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 67-84, abr./jun. 2008.

MAY, S. *Caracterização, tratamento e reuso de águas cinzas e aproveitamento de águas pluviais em edificações*. 2009.223 f. Tese (Doutorado em Engenharia) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

SCHERER, F. A. *Uso racional da água em escolas públicas: diretrizes para secretarias de educação*. 2003. 257 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

ANEXO I – Lista de Materiais e Orçamento

ITEM	DESCRIÇÃO	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	QTD.	UNIDADE	PREÇO TOTAL (R\$)
01	Tubo PVC 100 mm	08,50	6.00	M	51,00
02	Tubo PVC 150 mm	26,46	18.00	M	476,28
03	Tubo PVC 200 mm	39,88	12.00	M	478,56
04	Joelho PVC 45° 100 mm	06,29	02.00	UN	56,61
05	Joelho PVC 90° 100 mm	07,99	01.00	UN	07,99
06	Junção Simples 100x100	24,86	01.00	UN	24,86
07	Junção Redução 150x100	58,90	06.00	UN	353,40
08	Junção Redução 200x100	70,90	02.00	UN	141,80
09	Redução Excêntrica PVC 150x100	21,90	01.00	UN	21,90
10	Redução Excêntrica PVC 200x150	71,46	01.00	UN	71,46
11	Porca Sextavada Zincada 3/8"	06,02	10.00	UN	60,20
12	Barra Roscada NC 3/8"	04,43	12.00	M	53,16
13	Tanque de Polietileno 5.000 l	1.699,00	01.00	UN	1.699,00
14	Lixa em rolo Pano 120 mm x 1m	07,47	01.00	UN	07,47
15	Tinta Spray Krylon Fusion Verde	32,90	02.00	UN	65,80
16	Aço CA-60 5.0 mm	00,77	150.08	M	115,56
17	Aço CA-50 6.3 mm	01,49	37.20	M	55,43
18	Aço CA-50 8.0 mm	02,45	64.36	M	157,68
19	Aço CA-50 10.0 mm	03,65	43.84	M	160,02
20	Concreto C25	300,00	02.95	M³	885,00
21	Laje pré-moldada H16	32,00	07.62	M³	243,84
TOTAL (R\$)					5.187,02