

ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA DE UM SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS EM UM HOTEL

Natan Damasceno Belato

Hugo Vieira

RESUMO

Este artigo traz reflexões acerca da racionalização de recursos naturais. A preocupação com a utilização da água faz crescer a busca por alternativas para a redução do consumo de recursos. A alternativa que será discutida se baseia no aproveitamento da água das chuvas. Um sistema de captação de água pluvial será implantado futuramente em um hotel em Varginha-MG. A viabilidade econômica do sistema será estudada e pontos que abrangem o consumo de água e energia do hotel serão abordados e comparados com os consumos que irão existir após a instalação do sistema proposto. Sendo assim, foram reunidos todos os dados necessários para a projeção e viabilidade econômica do sistema de captação de águas das chuvas, bem como os índices pluviométricos de Varginha-MG, as tarifas cobradas pelo órgão regulamentador de água e luz e outras especificações indispensáveis para a conclusão do estudo.

Palavras-chave: Recursos naturais. Sistema de captação de águas pluviais. Viabilidade econômica.

1 INTRODUÇÃO

A conscientização social, que envolve o meio ambiente, estimula hábitos sustentáveis nas áreas da construção civil e, conseqüentemente, força os empresários à práticas sustentáveis em seus empreendimentos. Este estudo mostrará a viabilidade econômica de um sistema de captação de águas pluviais e qual o período de retorno do valor que será investido no projeto.

Esta pesquisa tem como objetivo geral compreender e analisar as vantagens de um sistema de captação de águas pluviais, com o propósito de favorecer o meio ambiente e beneficiar a qualidade de vida dos usuários destes tipos de construções.

Dentre os objetivos específicos da pesquisa, destaca-se entender como funcionam as atividades atuais no hotel e como será com a implementação das novas tecnologias que o projeto de reforma propõe; Sofisticar a maneira como é consumida a água no hotel e qual será o impacto dessas novas adaptações para os donos do empreendimento; Estimar qual será a economia de recursos que o hotel irá gerar se o sistema for implementado no estabelecimento, bem como o impacto na conta água e energia, a fim de aumentar a lucratividade do hotel e, por fim, identificar qual o impacto econômico que o hotel traz para seus gestores e em quanto tempo pode se recuperar o valor do investimento inicial para a reforma proposta.

A conscientização ambiental pela sociedade vem viabilizando novos mecanismos para economizar recursos e levar o conforto a um patamar mais satisfatório do que os habituais. O intuito desta pesquisa é zelar pelo meio ambiente com métodos tecnológicos implementados na reforma do hotel e qual será a vantagem financeira para os donos. Assim, o estudo de caso com os mecanismos adequados para a economia de recursos, poderá dar um parecer sobre qual será o aspecto financeiro e de economia e recursos após a modificação no estabelecimento. Portanto, um hotel com práticas sustentáveis poderá mudar a rentabilidade e contribuir para a preservação do meio ambiente. Contudo, poderá ocasionar um alto custo inicial, comprometendo a disposição financeira e dos mecanismos que poderão ser implantados no projeto.

Sendo assim, justifica-se a pesquisa para o tema adotado como um estudo de tecnologias aliadas à sustentabilidade que geram economia de capital e, principalmente, de recursos hídricos. Com isso, busca-se compreender que as práticas sustentáveis estão ganhando cada vez mais espaço nos empreendimentos que tem um alto consumo de recursos.

A opção de um hotel sustentavelmente correto trará benefícios para o meio ambiente, que serão gerados pela economia de bens naturais a partir da esquemática empregada – principalmente de água, podendo salientar o reaproveitamento de água das chuvas para tarefas de consumo não potável do cotidiano hoteleiro.

2 METODOLOGIA

A metodologia utilizada para o desenvolvimento deste artigo foi a pesquisa prática envolvendo a sustentabilidade e sistemas de captação de águas pluviais, bem como trabalhos de graduação e pós-graduação, revistas e documentos usados em seminários e apresentações disponíveis para acesso público.

O método utilizado será o dedutivo, pois a pesquisa partirá da observação de uma situação geral, para explicar as características particulares de um resultado individual. Para isso, será usado métodos comparativos para ressaltar as diferenças e similaridades do estabelecimento com a implantação de um sistema de captação de águas pluviais frente à situação atual do hotel.

Para este tipo de pesquisa descritiva, a técnica adotada será o estudo de caso, que é o procedimento em que se manipula variáveis para avaliar o impacto final das modificações efetuadas na edificação apresentada no estudo. Logo, a situação atual do estabelecimento comparada ao projeto futuro estará de acordo com o processo empregado.

A pesquisa é fundamental para conhecer os sistemas e suas complexidades de integração, realizando a sistematização das informações. Para tanto, foram feitas visitas no hotel para o levantamento de dados para melhor entendimento e vivência do sistema que será projetado. Também foram identificados os locais onde serão implantados todo o sistema de captação de água e definição das diretrizes para explicar como funcionará o sistema quando for instalado. Após os cálculos-base para o custo da implantação do projeto, pode-se finalmente analisar os resultados obtidos e saber se o sistema trará benefícios para o meio ambiente e para os donos do hotel.

3 ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS

A questão ambiental no Brasil tem sido tratada de maneira mais intensa a partir de 1960, período onde houve acentuado crescimento urbano e industrial no país (BARBOSA, 2008). Nesta época a discussão sobre o assunto ainda era diluída, contando com poucos empreendimentos que realmente se preocupavam e faziam alguma atividade contribuindo com o meio ambiente. Seguindo a ideologia de Simone May (2009), dentro das empresas houve uma maior preocupação com o consumo de água e bens naturais, partindo da premissa de que a demanda e o crescimento populacional podem ocasionar um consumo desordenado de bens naturais.

Partindo de uma ideia sustentável que pode gerar economia de recursos naturais, o local proposto para reforma foi um hotel, localizado em Varginha-MG. O hotel fica bem situado na área urbana de Varginha, funcionando com excelência desde 1976 e é bem reconhecido na rede hoteleira da região.

O hotel conta com uma área total de 9544m², sendo que para o uso exclusivo do hotel é somente 2800m², o restante se dá por lojas de aluguel, um restaurante, estacionamento e áreas verdes. A figura a seguir detalha a área total do empreendimento.

Figura 1: Área total do terreno pertencente ao hotel.



Fonte: Google Earth, 2018.

O Brasil é um país muito propício para a implantação desse tipo de sistema para captação de águas pluviais. Segundo a classificação climática de Köppen-Geiger o clima da região é Cwa, podendo ser denominado como clima temperado úmido com inverso seco e verão quente. Sendo assim, a incidência de precipitações é abundante no decorrer do ano.

Deste modo, o projeto de reforma contará com a instalação de um sistema de captação e utilização de águas pluviais, uma vez que a área do telhado do hotel é suficientemente grande para que o sistema proposto seja implantado.

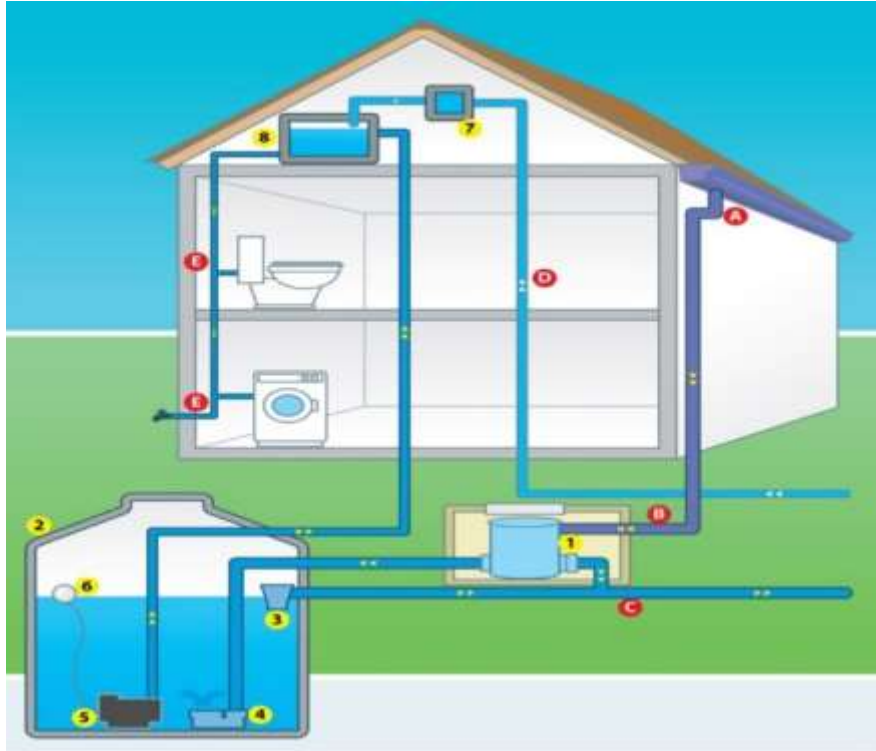
O uso de um sistema deste tipo pode trazer vários benefícios para os usuários e para o meio ambiente. Segundo o estudo de Coelho (2016), as vantagens do sistema de captação de água pluvial se enquadram na redução do consumo de água da rede pública, ajuda a conter enchentes, uma vez que a água coletada teria que ser direcionada para galerias. E por fim, conscientiza a população para a economia de água.

O aproveitamento da água de chuva é usado sempre como água não potável, usado para rega de jardim, limpeza de pátios, descargas em bacias sanitárias e outros usos que não requeiram água potável (TOMAZ, 2009, Cap.3).

O arranjo do sistema é simples, pois a água provinda das chuvas incidirá nos telhados que irão direcioná-la até as calhas coletoras e logo em seguida para os pontos de captação que

são direcionadas por dutos até a cisterna. O esquema a seguir mostra melhor como será a esquemática do projeto no local:

Figura 2: Esquemática do sistema proposto.



Fonte: Adaptado de D2F Engenharia.

Para melhor entendimento da imagem esquemática, foi atribuído aos números e letras presentes na figura os seguintes itens:

Tabela 1: Tabela detalhamento do sistema.

DETALHAMENTO IMAGEM ESQUEMÁTICA			
1	FILTRO	A	CALHAS E TUBOS
2	CISTERNA	B	ENTRADA DO FILTRO
3	SIFÃO LADRÃO	C	SAÍDA PARA A REDE PLUVIAL
4	FREIO D'ÁGUA	D	LIGAÇÃO DE ÁGUA POTÁVEL
5	MOTOR-BOMBA	E	ÁGUA DE CHUVA – DESCARGA
6	BÓIA DESUCÇÃO	F	ÁGUA DE CHUVA – LAVAR ROUPAS
7	REALIMENTAÇÃO		
8	CAIXA D'ÁGUA		

Fonte: O autor.

Em um sistema de captação de águas pluviais deve haver um cuidado com a manutenção dos equipamentos instalados, a fim de garantir que a vida útil do sistema se mantenha dentro do planejamento aferido pelo projetista.

May (2009) cita alguns pontos importantes para a manutenção do sistema que será implantado, dentre os pontos podemos ressaltar os mais importantes para as atividades hoteleiras: O reservatório deve ser tampado para evitar a entrada de luz solar e, conseqüentemente, a proliferação de micro organismos; Uma vez por ano deve ser feita a limpeza do reservatório para remover o lodo que se acumula; A água coletada deve ser somente para o consumo não potável; Numa estiagem prolongada, deve-se reabastecer o reservatório com água potável, a fim de garantir o consumo diário estabelecido no empreendimento; Instalar dutos e saídas de água de cor diferente, para sinalizar que a água é não potável, se destinando apenas para tarefas específicas, bem como lavar roupas, aguar jardins, lavar áreas necessárias para a recepção de clientes e, principalmente, descargas nos vasos sanitários; Verificação da necessidade de tratamento das águas pluviais que serão armazenadas.

Desta maneira, a manutenção que ocorrerá no sistema será periódica e feita por pessoal instruído para este tipo de construção, sendo que o hotel já faz a contratação de serviços terceirizados para limpeza de caixas d'água e manutenção de encanamentos.

3.1 Dimensionamento do reservatório

Para o dimensionamento do reservatório para a captação de água, deve-se saber qual será a média de precipitações anualmente na cidade de Varginha-MG. Segundo dados do site Climate-data, a cidade em questão tem as seguintes precipitações:

Tabela 2: Precipitação em Varginha-MG.

CHUVA (mm)	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
	241	206	163	63	40	25	20	23	65	122	170	292

Fonte: Climate-data (2018).

De acordo com o site Climate-data, Varginha apresenta um clima quente e temperado. Chove muito menos no inverno que no verão. Varginha tem uma temperatura média de 20.2 °C. A pluviosidade total anual é de 1400 mm.

De acordo com Plinio Tomaz (2009), o dimensionamento deve ser feito para a maior precipitação durante o ano, ou seja, no mês de Dezembro 2017 choveu 262 mm e essa deve ser a considerada, uma vez que o reservatório deve ter tamanho suficiente para abrigar a água das chuvas no mês em que a precipitação é mais elevada, podendo preocupar também com um

dimensionamento um pouco maior para segurança caso haja algum mês de precipitações maiores ainda futuramente.

Segundo a NBR 15527, a área de captação é caracterizada como sendo “[...] área, em metros quadrados, projetada na horizontal da superfície impermeável da cobertura onde a água é captada”. Sendo assim, o hotel conta com uma área para captação de água pluvial de 600m², constituída apenas pelo telhado do bloco dos quartos, sendo que este bloco é de dois andares. A figura a seguir detalha o telhado que será instalado o sistema.

Figura 3: Telhado do hotel.



Fonte: Google Earth, 2018.

A NBR 15527 (2007) fornece diretrizes e aborda conceitos para serem seguidos no uso correto de águas não potáveis em empreendimentos. A norma informa que o volume de água de chuva que pode ser aproveitado se dá pela fórmula:

$$V = P \times A \times C \times \eta$$

De acordo com uma planilha apresentada por Plínio Tomaz (2009, Cap. 5), o coeficiente de Runoff varia de 0,90 até 0,95 para telhas esmaltadas, que são exatamente as que estão instaladas no hotel. Desse modo, o coeficiente escolhido para o cálculo do volume é 0,95 para majorar o resultado, pensando em um pequeno fator de segurança para o projeto. Tomaz (2009) também se remete a variável η como sendo um fator de obstrução para a água

manter sua fluidez normalmente. Assim, esta variável não entrará no cálculo do volume, pois o telhado não está abaixo de árvores, por exemplo, que podem obstruir a passagem da água até o reservatório. Portanto:

$$V = 292\text{mm} \times 600\text{m}^2 \times 0,95 = 166.440 \text{ l}$$

Portanto, o volume total aproveitado para o mês de maior precipitação será de 166.440 litros, podendo ter variações já que o cálculo teve como premissa uma previsão.

3.2 Consumo de água no empreendimento

De acordo com o Leonardo Coelho (2016), para determinar a viabilidade econômica de tal sistema, deve-se conhecer o volume de água que pode ser economizado a partir da reutilização de água pluvial (fins não potáveis) e o custo da implantação de um sistema para este volume.

Logo, inicia-se o cálculo do consumo mensal de acordo com a conta de água da Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA) do estabelecimento que pode ser observada abaixo:

Figura 4: Fatura COPASA.

AGÊNCIA		R. ESTORVA, 1900 - SOROCANO 22		COPASA	
MÊS		02/2018		com a	
PRÓXIMA		03/2018		COPASA	
NOTA FISCAL / FATURA DE SERVIÇOS Companhia de Saneamento de Minas Gerais Rua Mar de Espanha, 825 - Santo Antônio - Belo Horizonte - MG - CEP: 30.330-900 CNPJ: 17.281.106/0001-03 - Inscrição Estadual: 062.000159-00-14 1901.0047-700-113-0003 10.00.22.000 Pag:1/1					
VARGÍNIA			37.062.442 MG		
REFERÊNCIA DA FATURA Número: 001.16.530/0628-3 Data de Emissão: 18/08/2018 Data de Apresentação: 09/09/2018 Mês de Referência: 08/2018 Grupo: 706					
QUANTIDADE DE UNIDADES ATENDIDAS SERVIÇO: Social, Residencial, Comercial, Industrial, Pública Água: 5 Esgoto: 5					
HIDRÔMETRO A15: 006900		PERÍODO Atual: 18/08/2018 Anterior: 20/08/2018 43D		PROXIMA LEITURA 18/10/2018	
CONSUMO FATURADO m³: 2/4 Litros: 2/4000		MATRÍCULA 0 001 210 534 1			
HISTÓRICO DE CONSUMO Volume Faturado (Litros) Dias entre medições Média Diária (Litros)		IDENTIFICADOR USUÁRIO 0 002 542 378 4			
Set/2018: 2.74.000 20 13.700 Ago/2018: 3.35.000 31 10.806 Jul/2018: 3.23.000 31 10.419 Jun/2018: 3.10.000 30 10.333 Mai/2018: 3.37.000 31 10.871 Abr/2018: 3.04.000 30 10.133 Mar/2018: 2.53.000 31 8.161 Fev/2018: 1.91.000 28 6.821 Jan/2018: 1.46.000 31 4.710 Dez/2017: 1.52.000 31 4.903 Nov/2017: 1.77.000 30 5.900		CONSUMO MÉDIO m³: 237 litros:			
SEU CONSUMO/CUSTO DIÁRIO litros de água		ÁGUA R\$ 64,66			
ÁGUA R\$ 64,66		ESGOTO R\$ 60,52			

Fonte: Hotel.

Para melhor visualização dos números do histórico de consumo da imagem acima, apresenta-se a tabela a seguir:

Tabela 3: Histórico do consumo.

HISTÓRICO DE CONSUMO			
n	Mês em questão	Volume faturado litros	Média diária litros
1	Out/17	177000	5900,00
2	Nov/17	152000	5066,67
3	Dez/17	146000	4866,67
4	Jan/18	88000	2933,33
5	Fev/18	191000	6366,67
6	Mar/18	253000	8433,33
7	Abr/18	304000	10133,33
8	Mai/18	337000	11233,33
9	Jun/18	310000	10333,33
10	Jul/18	323000	10766,67
11	Ago/18	335000	11166,67
12	Set/18	274000	9133,33
13	Out/18	274000	9133,33

Fonte: Cobrança de água do hotel.

Deste modo, o consumo médio mensal no último ano é o somatório dos volumes faturados em litros de todos os meses apresentados dividido pelo número de meses. Assim, temos:

$$\sum n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_{13} = 3164000 \text{ l} \therefore 3.164.000/13 \cong \mathbf{243.385 \text{ l / mês}}$$

Com base em estimativas de populações em edifícios da NBR 5626 (1998), a taxa de ocupação é de duas pessoas por dormitório. Também se ressalta o consumo de água estimado em hotéis é de 120 litros de água por pessoa, por dia.

De acordo com NBR 5626 (1998), somente 40% deste volume pode ser utilizado para fins não potáveis. Cada dormitório terá uma estimativa de consumo de 240 litros de água por dia, por pessoa. Se basear que 40% deste consumo serão para fins não potáveis, então cada quarto precisará de 96 litros de água por dia, provindos do reservatório que será construído. Então:

$$120 \times 2 = 240 \text{ l}$$

$$240 \times 0,4 = \mathbf{96 \text{ l}}$$

O hotel conta hoje com 42 dormitórios disponíveis para uso de seus clientes. Portanto, o consumo diário total será igual a 4032 litros. Considerando um mês de 30 dias, teremos um consumo mensal de 120.960 litros de água. Assim:

$$96 \times 42 = 4032 \text{ l}$$

$$4032 \times 30 = \mathbf{120.960 \text{ l/mês}}$$

Para informativo e com base nos cálculos apresentados anteriormente, foi notado que praticamente metade do consumo de água do hotel destina-se a fins não potáveis, caso os quartos estejam todos ocupados com duas pessoas.

Seguindo as premissas para o cálculo do projeto, é necessário saber as tarifas de água que são cobradas em Varginha. A COPASA, que é a responsável pela prestação de serviço na região, cobra as seguintes taxas:

Tabela 4: Tarifas COPASA.

Categorias	Faixas	Tarifas		Unidade
		Água	EDT	
Comercial	Fixa	23,94	22,72	R\$/m ³
	0 a 5 m ³	2,82	2,69	
	> 5 a 10 m ³	3,826	3,647	
	> 10 a 15 m ³	8,528	8,086	
	> 15 a 20 m ³	9,762	9,258	
	> 20 a 40 m ³	10,439	9,906	
	> 40 m ³	11,397	10,823	

Fonte: COPASA 2018.

Na cobrança do serviço de água e esgoto do hotel foi notado que o atendimento da COPASA cobre 5 unidades. Ou seja, o volume total do abastecimento sempre será multiplicado por 5, como é mostrado no cálculo de tarifas da cobrança de água e esgoto.

Figura 5: Tarifas - Cobrança COPASA.

TARIFA								
Faixas de consumo em 1.000 litros	Consumo da faixa em 1.000 litros	Unidades Atendidas	Volume Total	R\$ / Mil Litros Água	Valor Água R\$	R\$ / Mil Litros Esgoto	Valor Esgoto R\$	Sub Total R\$
FIXA	---	5	---	---	119,70	---	113,60	233,30
0 A 5	5,00.000	5	25,00	2,82000	70,50	0,26900	67,25	137,75
5 A 10	5,00.000	5	25,00	3,82000	95,65	0,36470	91,17	186,82
10 A 20	10,00.000	5	50,00	8,52800	426,40	0,80860	404,30	830,70
20 A 40	20,00.000	5	100,00	10,43000	971,20	0,92560	925,60	1.896,80
40 A 200	14,80.000	5	74,00	10,43000	772,49	0,99060	733,04	1.505,53
SOMA	54,80.000		274,00		2.460,94		2.335,16	4.796,10
ABASTECIMENTO DE ÁGUA								2.460,94
ESGOTO DINÂMICO COM COLETA E TRATAMENTO - EDT								2.335,17

Fonte: Hotel.

Desta maneira, a fim de calcular de forma mais precisa quanto será a economia de água a partir do reservatório que será implantado, adota-se o índice de precipitações anuais, o qual pode tomar de base a precipitação média mensal que é de 116,67 mm em Varginha-MG. Multiplicando pela área do telhado em que será coletada as águas das chuvas, encontrou-se:

$$1400 \text{ mm} \div 12 \text{ meses} = 116,67 \text{ mm/mês}$$

$$V = 600 \text{ m}^2 \times 116,67 \text{ mm} \times 0,95 = \mathbf{66.502 \text{ l}}$$

Praticamente metade do consumo não potável de água do estabelecimento já pode ser garantido só com as águas das chuvas. Para demonstrar o custo mensal de água caso sejam usados os 66,5 m³ provindos da rede de distribuição, destaca-se a tabela a seguir, seguindo os mesmos passos da cobrança da COPASA.

Tabela 5: Cálculo de tarifas.

Faixas de consumo em 1000 litros	Consumo da faixa em 1000 litros	Unidades atendidas	Volume Total	R\$ / 1000 litros água	Valor água R\$	R\$ / 1000 litros esgoto	Valor esgoto R\$	Sub total R\$
Fixa	---	5	---	---	119,7	---	113,6	233,3
0 a 5 m ³	5	5	25	2,82	70,5	2,69	67,25	137,75
> 5 a 10 m ³	5	5	25	3,826	95,65	3,647	91,18	186,83
> 10 a 15 m ³	3,3	5	16,5	8,528	140,712	8,086	133,419	274,131
Soma	13,3		66,5		426,56		405,44	832,01

Fonte: O autor.

O volume de 66,5 m³ de água provindos da rede de distribuição custaria anualmente:

$$R\$ 832,01 \times 12 \text{ meses} = \mathbf{R\$ 9.984,12 \text{ por ano}}$$

Logo, a economia anual de água potável disponibilizada pela COPASA será de R\$ 9.984,12 por ano, podendo sofrer variações devido à serem dados de previsão.

3.3 Consumo da bomba de recalque

Para que o sistema funcione perfeitamente será necessária a instalação de uma bomba de recalque, pois o reservatório ficará aterrado em um patamar mais baixo que os cômodos que serão dispostos para o uso das águas pluviais.

Com isso, foi escolhido o conjunto motor-bomba Bluma 5.0. Segundo Bona (2014, p. 19), é uma ótima bomba e com excelente custo x benefício, pois custo em torno de R\$ 200,00 e tem baixa potência e alcança grandes elevações.

As especificações do conjunto, segundo o site de Bluma – Bombas Submersas, são:

Figura 6: Especificações da bomba Bluma 5.0.



Fonte: Bluma Bombas.

Para calcular o consumo do conjunto motor-bomba, Moreira Júnior (2013, p. 46) ressalta que a fórmula usada para tal tipo de cálculo é:

$$Ca = E \times T \times V$$

Onde:

Ca = custo mensal do sistema motor-bomba;

E = consumo de energia elétrica do bomba (KWh)

T = tempo de funcionamento da bomba (h/mês)

V = Valor cobrado pela CEMIG (R\$/KWh)

Portanto, o cálculo atribuído para o custo mensal da Bluma 5.0 depende do consumo de energia da bomba. Outro ponto crucial para a escolha desta bomba foi a altura manométrica que ela deve bombear água. No hotel serão 20m de bombeamento, o que informa nas especificações da Bluma 5.0 que ela trabalha bombeando 800 litros por hora a essa altura. Para que a bomba também atenda ao máximo a quantidade de litros que o hotel necessita para o funcionamento pleno, ela terá que funcionar 5h por dia. Sendo assim:

$$E \times T = \frac{\text{Potência} \times h \text{ utilizadas} \times n^{\circ} \text{ de dias usado}}{1000}$$

$$E \times T = \frac{300 \times 5 \times 30}{1000} = \mathbf{45 \text{ KWh}}$$

Multiplicando o valor encontrado pela tarifa de luz cobrada pela CEMIG de cada KWh, encontramos o seguinte valor de consumo que a bomba irá garantir ao sistema proposto:

$$Ca = 45 \times 0,897 = \mathbf{R\$ 40,37}$$

Nota-se que o consumo mensal da bomba não causa tanto impacto financeiro na fatura de energia, considerando que esse valor representa cerca de 1% do consumo de energia elétrica atual do hotel.

3.4 Custo total e tempo de retorno do investimento

Com o dado do valor economizado anualmente com a implantação do projeto fica descomplicado saber de quanto tempo será o retorno do investimento para a implantação do projeto de captação de águas pluviais para o reaproveitamento de água.

De acordo com Tomaz (2009), os custos dos reservatórios variam com o material, com o local onde será instalado o reservatório e das condições locais, estão inclusos no orçamento o custo de calhas, condutores e bomba centrífuga. “[...] Na média o custo varia de US\$ 150/m³ a US\$ 200/m³ de água reservada”. Ou seja, o preço final do sistema depende da quantidade de água que irá ser captada.

A fórmula a seguir gera o custo do sistema já implantado no hotel relativo à quantidade de água que será estocada no reservatório.

$$C = 336 \times V^{0,85}$$

Onde:

C = custo em US\$

V = volume do reservatório em m³

O volume de água de chuva que foi calculado pela fórmula apresentada por Plínio Tomaz (2009) foi arredondado para 170m³, pois deve prevalecer o mês de maior índice pluvial para a estocagem da água e, também, visando facilitar o orçamento pela dimensão do reservatório, sendo assim:

$$C = 336 \times 170^{0,85} \therefore C = \mathbf{US\$ 26.437,53}$$

Segundo o portal de economia da UOL, a cotação do dólar na data de 11 de outubro de 2018 está em R\$3,73. O consumo mensal de funcionamento da bomba é de R\$ 40,37, sendo que anualmente a bomba terá um custo de R\$ 484,44. Desse modo, pode-se atribuir o valor do sistema já instalado no hotel em:

$$C_{TOTAL} = (26.437,53 \times 3,73) + 484,44 = \mathbf{R\$ 99.096,43}$$

Percebe-se que o custo do sistema ficou em US\$ 155,51/m³, aproximadamente R\$ 580,00/m³, ficando dentro da faixa apresentada por Plínio Tomaz (2009). Portanto, o custo total anual do sistema de captação de águas pluviais é de R\$ 99.096,43.

A fim de comprovar o que o custo do sistema ainda está dentro da margem proposta por Plínio Tomaz (2009), foi feito o orçamento seguindo a planilha do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI).

Tabela 6: Orçamento

Orçamento Sistema de captação de águas Pluviais - SINAPI 2018				
Descrição	Quantidade	Unidade	Preço	Preço Total
TUBO DE PVC SOLDAVEL, DN = 25 MM (NBR-5648)	102	Metros	R\$ 2,50	R\$ 255,00
UNIAO PVC SOLD P/AGUA FRIA PREDIAL 25MM	10	Unit	R\$ 5,85	R\$ 58,50
REGISTRO GAVETA 25 mm	4	Unit	R\$ 21,48	R\$ 85,92
ADAPTADOR PVC SOLDAVEL C/ FLANGES CAIXA D' AGUA 25MM X 1/2"	2	Unit	R\$ 0,84	R\$ 1,68
CURVA PVC SOLD 90G P/ AGUA FRIA PREDIAL 25 MM	16	Unit	R\$ 1,50	R\$ 24,00
BOIA PARA CAIXA D'AGUA	2	Unit	R\$ 17,00	R\$ 34,00
TUBO PVC SOLDAVEL EB-892 P/AGUA FRIA PREDIAL DN 32MM	15	Metros	R\$ 5,35	R\$ 80,25
UNIAO PVC SOLD P/AGUA FRIA PREDIAL 32MM	1	Unit	R\$ 13,14	R\$ 13,14
CURVA PVC SOLD 90G P/ AGUA FRIA PREDIAL 32 MM	2	Unit	R\$ 3,84	R\$ 7,68
TE REDUÇÃO 32/20	2	Unit	R\$ 4,10	R\$ 8,20
TE REDUCAO PVC SOLD 90G P/ AGUA FRIA PREDIAL 32 MM X 25 MM	1	Unit	R\$ 5,15	R\$ 5,15
TUBO PVC SOLDAVEL EB-892 P/AGUA FRIA PREDIAL DN 50MM	20	Metros	R\$ 9,68	R\$ 193,60
UNIAO PVC SOLD P/AGUA FRIA PREDIAL 50MM	1	Unit	R\$ 19,55	R\$ 19,55
REGISTRO 50 mm	1	Unit	R\$ 25,59	R\$ 25,59
CURVA PVC SOLD 90G P/ AGUA FRIA PREDIAL 50 MM	2	Unit	R\$ 7,51	R\$ 15,02

TE REDUCAO PVC SOLD 90G P/ AGUA FRIA PREDIAL 50 MM X 40 MM	2	Unit	R\$ 15,93	R\$ 31,86
TE REDUCAO PVC SOLD 90G P/ AGUA FRIA PREDIAL 50 MM X 20 MM	1	Unit	R\$ 9,70	R\$ 9,70
TUBO PVC SOLDAVEL EB-892 P/AGUA FRIA PREDIAL DN 40MM	13,39	Metros	R\$ 7,72	R\$ 103,37
UNIAO PVC SOLD P/AGUA FRIA PREDIAL 40MM	1	Unit	R\$ 17,53	R\$ 17,53
CURVA PVC SOLD 90G P/ AGUA FRIA PREDIAL 40 MM	2	Unit	R\$ 6,78	R\$ 13,56
CALHA CHAPA GALVANIZADA NUM 26 L = 20CM INSTALADA	60	Metros	R\$ 33,00	R\$ 1.980,00
TUBO PVC PBV SERIE R P/ ESG OU AGUAS PLUVIAIS PREDIAL DN 75MM	53,56	Metros	R\$ 13,08	R\$ 700,56
UNIAO PVC SOLD P/AGUAS PLUVIAIS 75MM	1	Unit	R\$ 134,40	R\$ 134,40
CURVA PVC LONGA 90G P/ ESG PREDIAL DN 75MM	4	Unit	R\$ 16,64	R\$ 66,56
TUBO PVC PL SERIE R P/ ESG OU AGUAS PLUVIAIS PREDIAL DN 100MM	4,74	Metros	R\$ 18,70	R\$ 88,64
BOMBA DE RECALQUE	1	Unit	R\$ 269,00	R\$ 269,00
CAIXA DE 15000 LITROS FIBRA DE VIDRO	1	Unit	R\$ 5.699,00	R\$ 5.699,00
FILTRO INSPECAO/AREIA CONCRETO PRE MOLDADO CIRCULAR	2	Unit	R\$ 24,50	R\$ 49,00
RESERVATÓRIO 3,80MX15,20M DE 170M ³ INSTALADO EM VARGINHA	1	Unit	R\$ 80.785,00	R\$ 80.785,00
AJUDANTE DE ENCANADOR	120	Horas	R\$ 14,61	R\$ 1.753,20
ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRAULICO	120	Horas	R\$ 19,39	R\$ 2.326,80
CAIXA D'AGUA FIBRA DE VIDRO 1500L	2	Unit	R\$ 569,00	R\$ 1.138,00
TOTAL				R\$ 95.993,46

Fonte: O autor.

Portanto, o orçamento aponta que o estudo de Plínio Tomaz (2009) está correto, o qual mostra a margem de gasto do sistema implantado a partir da quantidade de água que deve ser estocada. Deste modo, o valor do orçamento ficou muito próximo do proposto usando a fórmula de custo total, continuando a afirmar a previsão correta da análise.

O que pode afetar drasticamente no custo final do sistema é o reservatório, portanto vale procurar pelo melhor fornecedor para oferecer um serviço de qualidade e de alta confiabilidade para manter a vida útil do sistema sem grandes alterações. Segue o melhor orçamento que foi cotado:

Figura 7: Orçamento Reservatório.

		Gilberto Russo Jr / Gerente Comercial E mail: vendas2@fazforte.com.br Fone: (18)3659-2597 / Cel / WhatsApp: (18)99663-6265	
ORÇAMENTO Nº 70611 Data: 14/11/2018			
Nome: Natan Damasceno Belato		Celular: (35)99818-5671	
E-mail: natanbelato@yahoo.com.br		Telefone:	
Cidade: Varginha - MG			
CILINDRICO / TUBULAR			
Código	TBL170M ³		
Litros	170.000		
Altura	15,20		
Diâmetro	3,80		
Preço	DE R\$ 86.038,00 POR R\$ 80.785,00		
1- ESPECIFICAÇÃO DO RESERVATÓRIO:			
Aquisição de reservatório metálico cilíndrico, construído em chapa de aço carbono ASTM A36, garantindo maior durabilidade e integridade estrutural de acordo com o projeto, específico para água potável ou de reuso. Chapas utilizadas serão calculadas de forma a garantir a integridade estrutural do reservatório, projeto calculado e elaborado pelo setor de engenharia da Faz Forte utilizando o Software Autodesk Inventor, submetido aos esforços e cargas considerados nas normas vigentes do projeto.			
2- CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO:			
- Pressão do projeto: Atmosférica. - Temperatura do projeto: Ambiente. - Densidade do líquido: 1,0 g/cm ³ - Água.			

Fonte: Faz Forte.

Para uma melhor análise do tempo de retorno do investimento, segue a tabela:

Tabela 7: Tempo de retorno do investimento.

Ano	Economia
1	R\$ 9.984,12
2	R\$ 19.968,24
3	R\$ 29.952,36
4	R\$ 39.936,48
5	R\$ 49.920,60
6	R\$ 59.904,72
7	R\$ 69.888,84
8	R\$ 79.872,96
9	R\$ 89.857,08
10	R\$ 99.841,20

Fonte: O autor.

A tabela mostra que em pouco menos de 10 anos o investimento do sistema já terá retornado, sendo que, segundo Gadelha (2009) a vida útil desses tipos de sistemas podem ser de 20 anos, uma vez que após este período começam a surgir muitas manutenções e reformas de alto custo para o sistema, o que compensará trocar as tecnologias que foram implantadas por outras mais recentes.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A instalação de um sistema de captação de água pluvial tornou-se uma prática viável e necessária, pois em muitos locais ainda existe escassez de água, mesmo o Brasil contando com a maior reserva de água doce do mundo.

Um sistema de captação e aproveitamento das águas pluviais traz benefícios satisfatórios para empreendimentos que tem um alto consumo de água. Contudo, necessita de cuidados específicos para a manutenção do sistema a fim de aumentar sua vida útil. Foi notado que em alguns meses do ano o reservatório teria que ter ajuda da rede pública de abastecimento para complementar as águas coletadas das chuvas e então atender a demanda do hotel. Para manter um sistema deste tipo em perfeito funcionamento e, principalmente, mantendo a preocupação com a saúde dos usuários, deve-se tratar a água do reservatório provinda das chuvas para então ser misturada à água oferecida pela COPASA, pois águas pluviais ainda não são suficientemente potáveis para o uso de atividades domésticas e de higiene básica.

Vale salientar que a presença de mais projetos deste tipo pode contribuir em alguns pontos de sustentabilidade, podendo auxiliar nas limitações de erosão do solo devido ao escoamento superficial das águas pluviais, menos contaminações de águas que escoam sobre a superfície e depois são direcionadas para galerias e rios, reduz a necessidade de importar uma quantidade maior de água de fontes externas e, por fim, causa um impacto moral na população que começa a se adequar aos sistemas de captação de água das chuvas.

O consumo de água no hotel pode ser considerado alto, porém pode ter oscilações mensais. Fatores externos como o clima e a procura por serviços de hotelaria, podem aumentar significativamente este consumo. Com os cálculos atribuídos a valores médios de precipitação, o valor que poderá ser economizado anualmente com o funcionamento do sistema de utilização das águas pluviais é muito atrativo, fazendo surgir cada vez mais investimentos em projetos dessa relevância.

Não obstante, o consumo anual de energia elétrica que o conjunto motor-bomba irá gerar é irrisório comparado ao que irá ser economizado de água. A escolha da bomba foi providencial para o baixo consumo energético encontrado. Então, após analisar o consumo de energia elétrica, pode-se afirmar que este fator não é de grande relevância no custo total que o sistema irá gerar.

O projeto estudado neste artigo pode ser aferido como sendo um investimento em longo prazo. O período de retorno do investimento comparado com a economia anual na fatura pode parecer a princípio muito extenso, mas quando comparado à vida útil do sistema mostra o quão benéfico pode ser para os usuários, donos do empreendimento, e para o meio ambiente.

ANALYSIS OF THE ECONOMIC FEASIBILITY OF A SYSTEM OF RAINWATER CAPTION IN A HOTEL

Abstract

This article reflects on the rationalization of natural resources. Concern about the use of water increases the search for alternatives to reduce the consumption of resources. The alternative that will be discussed is based on the use of rainwater. A rainwater harvesting system will be deployed in the future at the Hotel in Varginha-MG. The economic feasibility of the system will be studied and points that cover the consumption of water and energy of the hotel will be approached and compared to the consumptions that will exist after the installation of the proposed system. Thus, all the necessary data for the projection and economic viability of the rainwater harvesting system, as well as the rainfall indicators of Varginha-MG, the tariffs charged by the water and electricity regulator and other specifications essential for the conclusion of the study.

Keywords: *Natural resources. Rainwater harvesting system. Economic viability.*

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – **NBR 15527: Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos.** Rio de Janeiro, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – **NBR 5626: instalação predial de água fria.** Rio de Janeiro, 1998.

BARBOSA, Gisele Silva (2008, Vol. 1). – **O desafio do desenvolvimento sustentável.** Disponível em http://www.fsma.edu.br/visoes/ed04/4ed_O_Desafio_Do_Desenvolvimento_Sustentavel_Gisele.pdf. Acesso em 11/10/2018.

BLUMA BOMBAS (2018) – **Bluma 5.0 – Especificações.** Disponível em http://www.blumabombas.com.br/web/?page_id=115. Acesso em 18/10/2018.

BONA, Berenice de Oliveira (2014) – **Aproveitamento da água da chuva para fins não potáveis em edificação multifamiliar na cidade de Carazinho-RS.** Disponível em <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/1365>. Acesso em 18/10/2018.

CLIMATE-DATA (2017) – **Dados climatológicos para Varginha.** Disponível em <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/minas-gerais/varginha-25010/>. Acesso em 12/10/2018

COELHO, Leonardo (2016) – **Estudos de sistemas sustentáveis aplicados a um condomínio.** Disponível em <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/155184>. Acesso em 12/10/2018

COMPANHIA DE SANEAMENTO DE MINAS GERAIS (COPASA) – **Tarifas em vigor 2018.** Disponível em <http://www.copasa.com.br/wps/portal/internet/agencia-virtual/mais-servicos/atendimento-informacoes/tarifas-em-vigor-2017>. Acesso em 11/10/2018.

COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS (CEMIG) – **Valores de tarifas e serviços.** Disponível em https://www.cemig.com.br/pt-br/atendimento/Paginas/valores_de_tarifa_e_servicos.aspx. Acesso em 11/10/2018.

GADELHA, Carmem Lúcia. et al. (2009) - **Aproveitamento de águas de chuva para fins não potáveis na cidade de João Pessoa-PB.** Disponível em http://www.civil.uminho.pt/revista/artigos/n34/Pag_39-50.pdf. Acesso em 21/10/2018.

MAY, Simone (2009) – **Caracterização, tratamento e reuso de águas cinzas e aproveitamento de águas pluviais em edificações.** Disponível em www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde-17082009-082126/pt-br.php. Acesso em 12/10/2018.

MOREIRA JÚNIOR, Ney (2013) – **Viabilidade econômica do sistema de reutilização de água pluvial para residência unifamiliar.** Disponível em <http://repositorio.uniceub.br/handle/235/6364>. Acesso em 18/10/2018.

TOMAZ, Plínio (2009, Vol. 1) – **Aproveitamento de água de chuva**. São Paulo, 2009. Disponível em http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/livros/Livro_aprov._aguadechuva/Livro%20Aproveitamento%20de%20agua%20de%20chuva%205%20dez%202015.pdf. Acesso em 10/10/2018.

UOL (2018) – **Portal de economia**. Disponível em <https://economia.uol.com.br>. Acesso em 11/10/2018.