



# XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE**

de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016 [www.pocos.com.br](http://www.pocos.com.br)

## **AVALIAÇÃO DA REDUÇÃO DO CONSUMO PARCIAL DA ÁGUA NÃO POTÁVEL DE UMA EDIFICAÇÃO COMERCIAL EM PIRANGUINHO – MG**

**Ana Claudia da Silva**<sup>(1)</sup>; **Leopoldo Uberto Ribeiro Junior**<sup>(2)</sup>

(1) Estudante; departamento de Engenharia Civil; FEPI – Centro Universitário de Itajubá; Piranguinho, Minas Gerais; [anaclaudiasilva1@yahoo.com.br](mailto:anaclaudiasilva1@yahoo.com.br) ;

(2) Professor Doutor; departamento de Engenharia Civil, FEPI – Centro Universitário de Itajubá; Itajubá; Minas Gerais; [leopoldo\\_junior@yahoo.com.br](mailto:leopoldo_junior@yahoo.com.br).

**RESUMO** – Diante de uma crise hídrica devido à diminuição da incidência pluviométrica e agravamento da escassez da água, a conscientização e substituição do consumo de água potável por fontes renováveis de abastecimento tem se destacado. Assim, neste trabalho foi feito um estudo de uma edificação comercial em Piranguinho – Minas Gerais visando a substituição do consumo de água potável na lavagem do piso, por uma fonte alternativa, a água da chuva. Para o sistema de aproveitamento de água de chuva foi feita uma análise econômica, contabilizando um tempo de retorno de investimento de aproximadamente seis anos.

**Palavras-chave:** Aproveitamento de água pluvial. Reuso de água. Conservação da água. Piranguinho.

**ABSTRACT** - Facing a water deficit due to decreased rainfall and the lack of potable water, awareness and replacement of potable water for renewable supplies is increasing. A study about the consumption of potable water in floor cleaning for a commercial building in Piranguinho - Minas Gerais was done. Aimed at replacing the drinking water consumption in floor cleaning for an alternative source, rainwater. For the rainwater system, an economic analysis was done, accounting for about six years to pay the initial investment.

**Keywords:** Rainwater utilization, rainwater reuse, water preservation, Piranguinho.

### **Introdução**

Água, a base da vida, elemento fundamental para a produção de alimentos. Uma conveniência e um direito humano, sem ela a vida na terra pode deixar de existir. Apesar de 71% de toda superfície terrestre ser recoberta por água, 1,5 bilhões de pessoas não tem acesso à água potável e essa situação tende a piorar com o crescimento populacional global: nos próximos 20 anos, as habitações consumirão 80% mais água e as companhias 50% de acordo com o artigo publicado pelo United Nations Environment Programme. (KEEPING THE BLUE PLANET GREEN, 2009).

À medida que as populações e as atividades econômicas crescem, muitos países deparam com problemas para o desenvolvimento econômico e/ou escassez



# XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016 [www.pocos.com.br](http://www.pocos.com.br)

de recursos hídricos. Há poucas regiões no mundo que estão livres de problemas potenciais de água doce, da degradação na qualidade e da poluição de fontes superficiais e subterrâneas. O Brasil possui a grande vantagem de dispor de ótima demanda de recursos hídricos, porém possui uma enorme tendência de desperdiçá-los. (MORÃES e JORDÃO, 2002).

Para reestabelecer o equilíbrio entre a oferta e a demanda garantindo o desenvolvimento econômico e social, há necessidade de fontes alternativas de uso, que sejam aplicadas em função da característica do sistema que irá ser atendido. Assim, o reúso, a reciclagem, a redução de perdas e a gestão da demanda são práticas importantes na conservação em termos de recursos hídricos. (AGENCIA NACIONAL DAS ÁGUAS, 2005).

Segundo a Agência Nacional das Águas (2005), edificações comerciais incluem edifícios de escritórios, restaurantes, museus entre outros. Normalmente o uso de água nesses edifícios é para fins domésticos (principalmente uso sanitário), sistema de resfriamento, lavagem de piso. Ressaltando que muitas vezes os desperdícios de água pelos usuários em edificações comerciais costumam ter um índice maior, já que estas pessoas não são responsáveis pelo pagamento da água, deixando assim de ser estimuladas, praticando um consumo excessivo e irracional da água. (PEDROSO, 2002).

Como a oferta de água para estes fins é suprida normalmente com água potável tratada, vale salientar que o abastecimento para sustentar tais atividades poderia ser realizado com água em qualidade inferior, já que o conceito de conservação da água está diretamente ligado a gestão da mesma. (AGENCIA NACIONAL DAS ÁGUAS, 2005).

Segundo Tomaz (2003), o aproveitamento de água de chuva para abastecimento não potável vem sendo utilizado há anos por países como Japão, Estados Unidos, Alemanha entre outros. Essa tecnologia vem crescendo e contribuindo para a conservação da água, além de proporcionar economia da água potável, contribui para a prevenção de inundações causadas por chuvas torrenciais, onde o excesso de superfícies impermeáveis tem impedido a infiltração da água.

A falta de água no planeta é um assunto que vem sendo muito destacado atualmente, principalmente nesses últimos semestres devido a diminuição da incidência de chuva e aumento da demanda por água potável. A captação e posterior aproveitamento de chuva é uma prática altamente recomendada, por abranger vantagens na área de sustentabilidade e economia.

Em função de todos os benefícios gerados surge esse trabalho que tem como objetivo o estudo e instalação de um sistema de aproveitamento de água de chuva para usos comerciais, permitindo a possibilidade de análise técnica e economia da implantação em uma área comercial em Piranguinho, Minas Gerais. O sistema que será aplicado neste trabalho visa o abastecimento da demanda que não obriga a necessidade de água potável, por exemplo, lavagem de pisos e descargas sanitárias.

## **Material e Métodos**



# XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE**

de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016 [pocos.com.br](http://pocos.com.br)

O local de estudo onde será feita a análise técnica e econômica de implantação de um sistema de aproveitamento de água de chuva é um edifício comercial, utilizado para realização de eventos, localizado em Piranguinho, Minas Gerais, o acesso ao local se dá pela MG 295.

Piranguinho, localiza-se no Sul de Minas Gerais, fazendo divisa com Santa Rita do Sapucaí, Cachoeira de Minas, Brazópolis, Piranguçu, Itajubá e São José do Alegre, e encontra-se na bacia hidrográfica do Rio Sapucaí.

O espaço utilizado para a implantação do sistema em estudo tem área de cobertura de 480,00 m<sup>2</sup>. O consumo de água potável oriundo da concessionária é bastante variável, com mínimo de 6 metros cúbicos no mês de Janeiro de 2015 e máximo de 31000 metros cúbicos em Maio de 2014. Essas oscilações são devidas a épocas de maior ocorrência de eventos festivos no local.

Considerando o histórico de consumo e assumindo que esse consumo seja o mesmo ao longo do ano de 2015, os valores que seriam pagos a concessionária conforme a Arsae (2015), totalizam R\$ 932,44. No consumo de água de até 6 metros cúbicos o valor pago à concessionária é fixo em R\$ 25,79; de 6 – 10 metros cúbicos o valor é de R\$ 4,30 por metro cúbico excedente, de 10-40 o valor é de R\$ 8,22 por metro cúbico excedente.

Os métodos utilizados para este estudo serão relatados a seguir, seguindo a ordem do esquema abaixo.

- Será avaliado o índice pluviométrico do local,
- O padrão de qualidade da água de chuva,
- Dimensionamento do reservatório utilizando as normas aplicáveis,
- Avaliação da viabilidade técnica e econômica do sistema.

Para determinação do índice pluviométrico será utilizada a equação de intensidade de chuva obtida através do programa Pluvio 2.0 (Pluvio,2015) para a cidade de Piranguinho.

*i: intensidade de precipitação [mm/h];*

*T: Período de retorno [anos];*

*t: Duração da precipitação [min];*

Uma parte importante constituinte do sistema de captação é a área de telhado da estrutura, pois a área de telhado é um dos fatores que influencia na quantidade de água que será captada. Para o local de estudo a área de telhado foi retirada do layout do local e suas dimensões da área construída.

Para o cálculo do volume a ser captado utilizou-se do conceito de escoamento superficial de Runoff que é o quociente entre a água que esco superficialmente pela água precipitada. (TOMAZ, 2003)

Adotando o coeficiente de runoff igual a 0,8 para telhas cerâmicas, podemos obter o volume de água armazenado pela seguinte equação:

*V: Volume captado [m<sup>3</sup>]*

*i: intensidade de precipitação [mm/h];*

*A: Área de captação [m<sup>2</sup>];*



# XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE**

de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016 [www.pocos.com.br](http://www.pocos.com.br)

## C: Coeficiente de Runoff .

Como o local de estudo possui uma sazonalidade muito grande entre seus meses de consumo não será possível a determinação através do índice de consumo, assim o consumo para a lavagem do piso foi calculada pelo produto da vazão existente medida no local pelo número de horas em que a lavagem mensal é realizada.

Para o cálculo do dimensionamento do reservatório de água de chuva, segundo a NBR 15527:2007, existem seis métodos que podem ser utilizados, mas nesse estudo será utilizado o dimensionamento pelo método de Rippl, onde se utilizam séries históricas mensais ou diárias. E obtém-se o resultado através das equações abaixo.

$$S(t) = D(t) - Q(t)$$

$$Q(t) = C \times \text{precipitação da chuva (t)} \times \text{área de captação}$$

$$V = \sum S(t), \text{ somente para valores } S(t) > 0$$

$$\text{Sendo que: } \sum D(t) < \sum Q(t)$$

Onde:

$S(t)$  é o volume de água no reservatório no tempo  $t$ ;

$Q(t)$  é o volume de chuva aproveitável no tempo  $t$ ;

$D(t)$  é a demanda ou consumo no tempo  $t$ ;

$V$  é o volume do reservatório, em metros cúbicos;

$C$  é o coeficiente de escoamento superficial.

No custo da implantação do sistema, será avaliado o valor dos reservatórios de acumulação e sequencialmente o valor da inserção de uma bomba simples no sistema que fará o lançamento da água para o reservatório superior de distribuição da água não potável.

Os valores de custo serão retirados da tabela atualizada do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil – SINAPI.

## Resultados e Discussão

Considerando a equação de intensidade e de duração de chuva para as variáveis de tempo de retorno de 5 anos e duração de 10 minutos, obtemos o seguinte índice de precipitação em milímetros por hora.

$$= 88,4536 \text{ mm/h}$$

Para determinação dos valores mensais de precipitação do local de estudo, foi selecionado o posto pluviométrico existente mais próximo do local, assim através da Hidroweb (2015) localizou-se os dados para o posto pluviométrico de São João de Itajubá, operado pelo Instituto Mineiro de Gestão de Águas - IGAM. Na tabela 1 estão dispostos os valores médios mensais de chuva obtidos.

Tabela 1 - Dados Pluviométricos Mensais (mm)

Mês	J a n	Fev	M a r	Abr	Mai	Jun	Jul	A g o	Set	O u t	Nov	Dez
-----	-------	-----	-------	-----	-----	-----	-----	-------	-----	-------	-----	-----



# XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE**

de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016 [www.pocos.com.br](http://www.pocos.com.br)

<b>Média</b>	24,6	185,6	151,3	79,3	63,7	36,7	27,5	35,4	88,8	132,2	161,7	242,3
--------------	------	-------	-------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------

Fonte: Próprio autor

Para a determinação do volume captado será utilizada a equação 2, adotando como coeficiente de RunOff 0,8 para telhas cerâmicas, assim o volume captado em metros cúbicos está apresentado na tabela 2.

Tabela 2 - Volume de água captado mensalmente (m<sup>3</sup>)

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
	94,5	71,3	57,98	30,4	24,5	14,09	10,56	13,6	34,1	50,7	62,1	93,04

Fonte: Próprio autor.

Como o consumo do local de estudo é de grande sazonalidade, optou-se pelo método de vazão volumétrico, assim mediu-se a vazão do local e multiplicou-se pelo número de horas que é feita a lavagem do piso (4 horas), contabilizando assim o consumo de água potável que pode ser substituído por água não potável.

Na medição da vazão foram retirados três valores e obteve-se uma média, adotando-se a média como valor de referência de vazão para cálculo do consumo. Assim a vazão média do local é de 0,32 litros por segundo.

Consumo = vazão x número de horas, em segundos, utilizadas para lavagem.

Consumo = 0,32 x (4 x 60 x 60) = **4,61 m<sup>3</sup> de água.**

Através do método de Rippl obteve-se um acúmulo de água anual no reservatório de 501,53 m<sup>3</sup> de água. Considerando o mês de julho, mês este que possui menor índice pluviométrico foi feito um detalhamento dos cálculos do reservatório para esse método, como mostra a tabela 3.

Tabela 3- Detalhe de cálculo – Rippl.

MÊS	JULHO
Média da Precipitação (mm)	27,50
Área de Telhado (m <sup>2</sup> )	480
Chuva Mensal (L)	0,8 x 480 x 27,50 = 10560,0
Chuva Mensal (mm <sup>3</sup> )	10,56
Demanda Mensal (m <sup>3</sup> )	4,61
Resultado do Aproveitamento (m <sup>3</sup> )	10,56 – 4,61 = 9,49
Volume do Reservatório	∑ dos resultados de aproveitamento anual

FONTE: Próprio autor.

Considerando o valor do resultado do aproveitamento do mês de julho na tabela 8 nota-se que existe um aproveitamento de 9,49 m<sup>3</sup> sendo esse valor suficiente para suprir a demanda existente no local que é de 4,61 m<sup>3</sup>. Assim será



# XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016 [www.pocos.com.br](http://www.pocos.com.br)

adotado um reservatório de 5 m<sup>3</sup>, que é o maior valor comercial de reservatório mais próximo da demanda existente.

Para a implantação do sistema será considerado o valor da tabela do SINAPI e seus índices.

Como o reservatório de 5 metros cúbicos necessita de uma área grande para instalação, ele será enterrado. Uma bomba simples será instalada para bombeamento da água pluvial à um reservatório superior com capacidade de 0,5 metros cúbicos.

Através da tabela de insumos do SINAP – MG 2015, foram constatados os preços abaixo, incluso instalação:

- Caixa d'água fibra de vidro com tampa e capacidade de 5m<sup>3</sup> = R\$ 1229,26.
- Caixa d'água em polietileno 500l com tampa = R\$ 192,00.

Para a bomba submersa os preços foram pesquisados por cotação de mercado obtendo-se um valor médio de R\$322,67. (SILVEIRA,R; MAGO; LOOPTEL; 2015).

Para cálculo do Payback do sistema implantado dividiu-se o valor do investimento inicial pela economia gerada junto a concessionária de fornecimento de água com a implantação do sistema. Como até 6 mil litros está dentro da faixa de consumo mínimo da concessionária, foram destacados os nove meses de consumo que ultrapassaram a faixa de consumo mínima. Assim, a diferença entre o novo valor total pago representa uma economia gerada pela implantação do sistema no período analisado. A economia anual gerada será de R\$281,24.

O investimento inicial é de R\$ 1743,93 valor necessário para aquisição e instalação das caixas d'água necessárias mais a bomba.

Payback = =

Deste modo o Payback será de 6,2 anos.

## **Conclusões**

Após análise da viabilidade técnica e econômica do aproveitamento pluvial para aplicação em edifícios comerciais pode-se constatar que o aproveitamento de água pluvial possui um tempo de retorno de 6,2 anos, tornando-se um sistema não atrativo economicamente, porém é recomendável a instalação do sistema levando em consideração não somente a perspectiva econômica, mas a perspectiva ambiental em que a água potável tem se tornado um bem escasso, atraindo assim um aumento das atitudes dos usuários em relação a opção por atividades renováveis e sustentáveis. Logo, fontes renováveis serão sempre boas opções. Pode-se levar em consideração que ao longo dos anos por motivos de escassez a tarifa da concessionária venha a aumentar, o que traria mais vantagens ao usuário que possui o sistema de aproveitamento de água pluvial instalado.

## **Referências Bibliográficas**



# XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS  
21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2015  
[www.pocos.com.br](http://www.pocos.com.br)

ARSAE. Tabelas Tarifárias da COPASA- MG. Disponível em :  
<http://www.arsae.mg.gov.br/component/gmg/page/262?view=page> > Acesso em 23 Out.  
2015

AGENCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. **Conservação e Reuso da Água em Edificações.**  
Prol Editora Gráfica. São Paulo, Junho 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Água de Chuva – Aproveitamento  
de Coberturas em Áreas Urbanas para fins não potáveis – Requisitos.** NBR 15527,  
2007.

HIDROWEB. **Series Históricas.** Disponível em: <  
<http://hidroweb.ana.gov.br/HidroWeb.asp?Tocltem=1080&TipoReg=7&MostraCon=false&CriarArg=false&TipoArg=1&SerieHist=true> > Acesso em: setembro de 2015.

**Keeping The Blue Planet Green.** Federal Ministry of Education and Research, Basic Policy  
Issues, Internationalization Strategy, 53170 Bonn – Berlin, 2009.

PEDROSO, L.P. **Subsídios para a implementação em sistemas de manutenção em  
campus universitário, com ênfase em conservação de água.** Dissertação (Mestrado em  
Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas  
(FEC / UNICAMP), Campinas, 2002.

PLUVIO 2.0 Software, Viçosa, 26 Agosto de 2015. Disponível em: <  
<http://www.gprh.ufv.br/?area=softwares> > Acesso em: Agosto de 2015.

SILVEIRA,R; MAGO; LOOPTEL. **Cotação de preços Bomba Submersa.** [mensagem  
pessoal]. Mensagem recebida por [anaclaudiasilva1@yahoo.com.br](mailto:anaclaudiasilva1@yahoo.com.br) em 16 out 2015.

SINAPI. **Sistema Nacional de Pesquisa e de Custos da Construção Civil.** Disponível em  
< <http://www.caixa.gov.br/poder-publico/apoio-poder-publico/sinapi/Paginas/default.aspx>>  
Acesso em 12. Out 2015.

TELLES, D. **Ciclo Ambiental da Água: da Chuva à Gestão.** São Paulo: Edgard Blucher,  
2013.

TOMAZ, Plinio. **Aproveitamento de Água de chuva para Áreas Urbanas e Fins Não  
Potáveis.** 2.a São Paulo: Navegar, 2003. 180 p.