

## IV-105 - RELAÇÃO CUSTO BENEFÍCIO DE UM SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA NO MUNICÍPIO DE BELÉM - PA

**Anderson Abdon dos Santos silva**

Graduando em Engenharia sanitária e ambiental, pela Universidade federal do Pará (UFPA).

**Danilo oliveira Ferreira**

Graduando em Engenharia sanitária e ambiental, pela Universidade federal do Pará (UFPA).

**Jair Tavares Gomes Neto**<sup>(1)</sup>

Tecnólogo em gestão ambiental pela Escola superior da Amazônia (ESAMAZ). Graduando em Engenharia Sanitária e ambiental pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Pós graduando em Gestão, Auditoria, Perícia e Fiscalização Ambiental, pelo Instituto superior de ensino da Amazônia (IESAM). Pós graduando em projetos sustentáveis: gestão corporativa de carbono, pela Universidade Federal do Paraná (UFPR).

**Jairo Lima Martins**

Graduando em Engenharia sanitária e ambiental, pela Universidade federal do Pará (UFPA).

**Ricardo angelim da silva**

Graduado em Engenharia sanitária e ambiental, pela Universidade federal do Pará (UFPA).

**Endereço**<sup>(1)</sup>: Rua Aracanga, 08 – Parque verde – Belém - PA - CEP: 30310-760 - Brasil - Tel: (91) 982344886 - e-mail: [jairneto.gestoramb@gmail.com](mailto:jairneto.gestoramb@gmail.com)

### RESUMO

O crescimento populacional humano cada vez mais traz consequências negativas em relação a utilização dos recursos naturais presentes no planeta. E um destes recursos mais importantes que o planeta possui é a água. Devido a isto, deve-se ser realizado estudos, com técnicas e alternativas eficazes para uma gestão que venha suprir a demanda da população, de maneira sustentável. E uma destas alternativas é o estudo da captação da água pluvial. O presente trabalho tem como objetivo avaliar o potencial de aproveitamento da água da chuva na cidade de Belém –PA e sua viabilidade econômica, realizando uma relação do custo benefício disto.

O trabalho foi realizado em duas etapas. Sendo a primeira a determinação do potencial de aproveitamento de água da chuva para a cidade de Belém. E posteriormente isto foi dimensionado um modelo de um sistema de captação de água da chuva, e realizado o seu respectivo orçamento para assim determinar a viabilidade econômica desta tecnologia.

O estudo traz como resultado que, com a implantação do sistema de captação de água pluviais no local, houve uma redução média de 39 % no consumo de água potável utilizada para fins não potáveis.

Um sistema de captação de água da chuva tem um custo de R\$ 2.084,80, em uma residência que consome 17.820 litros mensais, sua conta será de R\$ 45,20. Após a implantação de um sistema de captação de água da chuva a mesma residência terá uma economia de R\$ 274,46 anual, tendo o retorno do investimento em aproximadamente de 6 anos com a atualização das tarifas.

Sendo assim foi possível perceber que o sistema, é uma alternativa viável, pois supre as deficiências do sistema de abastecimento dando um custo benefício, promovendo a retenção da água da chuva por meio de um reserva temporal, conscientemente diminuindo os níveis máximos das enchentes nos rios e canais de drenagem, provando que o sistema é sustentável.

**PALAVRAS-CHAVE:** Abastecimento, aproveitamento, água da chuva, custo, benefício.

### INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural muito importante, imprescindível para a humanidade e presente no planeta. E este recurso necessita ser preservado, bem como possuir uma gestão correta.

Cerca de 2/3 da superfície do planeta Terra são dominados pelos oceanos.

O volume total de água na Terra é estimado em torno de 1,35 milhões de quilômetros cúbicos, sendo que 97,5% deste volume é de água salgada, encontrada em mares e oceanos. Já 2,5% é de água doce, porém localizada em regiões de difícil acesso, como aquíferos (águas subterrâneas) e geleiras. Apenas 0,007% da água doce encontra-se em locais de fácil acesso para o consumo humano, como lagos, rios e na atmosfera (UNIÁGUA, 2006).

Porém, apesar da grande quantidade de água, boa parte dela fica em lugares distantes ou não pode ser utilizada de maneira abundante.

Apesar da água doce ainda ser encontrada em grande quantidade no planeta, em algumas regiões do mundo, suprir a demanda de água já está se tornando um problema em função do acelerado crescimento populacional, principalmente urbano

De acordo com relatórios da Organização das Nações Unidas (ONU, 2006)

Neste sentido faz-se necessária o estudo de técnicas e alternativas novas que visem contemplar o tripé da sustentabilidade, e assim ser possível fornecer o recurso que venha atender a demanda populacional. Uma delas é o aproveitamento da água pluvial.

O presente trabalho tem por objetivo Este tomo objetivo avaliar o potencial de aproveitamento de água de chuva na cidade de Belém – PA e sua viabilidade econômica, demonstrando a relação custo benefício desse recurso.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

A seleção de produto O trabalho foi realizado em duas etapas, a primeira foi à determinação do potencial de aproveitamento de água da chuva para a cidade de Belém.

Após isto foi dimensionado um modelo de um sistema de captação de água da chuva, e realizado o seu respectivo orçamento para assim determinar a viabilidade econômica desta tecnologia.

Na primeira etapa determinou-se o potencial de aproveitamento de água da chuva através do método utilizado por Ghisi et al (2006), o qual tem como variáveis fundamentais a precipitação pluviométrica, demanda do consumo de água e infra-estrutura de captação (área de telhado).

- **Pluviosidade**

Os dados de precipitação media mensal, foram determinada a partir de dados fornecidos pela Agência Nacional de Águas (ANA), via sistema HidroWeb, através dos código e nome dos postos das estações pluviométricas, com séries históricas de 30 anos.

- **Demanda**

A demanda de água potável foi obtida através do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS 2010), mostrados em litros/pessoa/dia, na qual segundo Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP) a utilização da água em uma residência é de 54% para fiz não potáveis e de 46% para feitos potáveis.

- **Área de captação**

Para o presente estudo foi utilizada como modelo uma casa unifamiliar simples de alvenaria comum, com área de coleta  $A_c = 60m^2$ .

Na segunda etapa foi dimensionado um Sistema Captação de Água de Chuva em todos os seus processos: captação, reservatórios de detenção e de auto-limpeza, distribuição, utilização da água da chuva e período de reembolso do investimento, sendo replicado o mesmo método utilizado por Fendrich et al (2009).

- **Reservatório de Auto-Limpeza e de Detenção das Águas Pluviais**

De acordo com Tomas et al (1998), adotando o valor de  $1,0 \text{ mm/m}^2 = 1,0 \text{ l/m}^2$  de telhado, a capacidade do reservatório de auto-limpeza, é obtido através da equação 1.

$$Vs = 1,0 \times Ac$$

equação (1)

Vs: Volume do reservatório de auto-limpeza

Ac: Área de coleta (telhado) das águas pluviais

Adotando o coeficiente de escoamento superficial regional das áreas de coleta das águas pluviais de Belém - PA,  $Cr = 20,5 \text{ mm/m}^2$ , o volume do reservatório de detenção das águas pluviais é obtido por:

$$V = 20,5 \times Ac$$

### Potencial de captação

O volume água de chuva que poderia ser captado nessa residência foi determina através dos dados de precipitação mensais, área de telhado e o coeficiente de *runoff* indicando que a água de chuva e perdida pelo reservatório de auto limpeza e por evaporação, Equação 2.

$$\bar{V} = \bar{P} \times Ac \times 0.80$$

equação (2)

Onde:  $\bar{V}$ : Volume médio mensal armazenável de águas pluviais ( $\text{m}^3$ )

$\bar{P}$ : Altura media mensal de chuva aproveitável (mm)

- **Período de Reembolso do Investimento**

É possível determina o período de reembolso do investimento através da Equação 3.

$$N = \frac{C.I.}{Ec}$$

equação (3)

Onde:  $N$  = Período de reembolso médio do investimento

$C.I.$  = Custo da instalação do Sistema de Captação de Água da Chuva

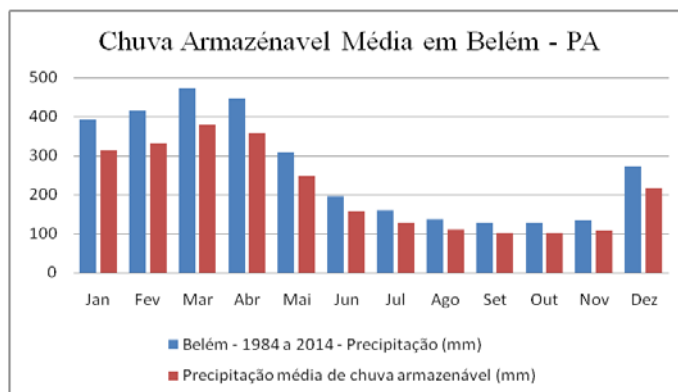
$Ec$  = Economia anual média de água potável do Sistema de Abastecimento Público.

característica particular, valores de pH e alcalinidade elevados.

## RESULTADOS

### • Pluviosidade

Considerando uma série histórica das Estações Pluviométricas da cidade de Belém, abrangida entre 1984 e 2014 (30 anos), demonstra que a menor média mensal é de 102 mm nos meses de agosto (ANA – 2014).



**Figura 4 – Potencial de economia de água potável dos 12 municípios estudados.**

### • Demanda

De acordo com pesquisa divulgada pelo Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento (SNIS - 2012) o consumo per capita de água em Belém é de 158 litros por pessoa dia, com esses dados foi possível simular o consumo de água mensal numa residência com cinco pessoas como mostra na Tabela 1.

**Tabela 1 – Estimativa de consumo de água em uma residência com cinco moradores.**

Forma de utilização	Serviços	Consumo Diário (litros por dia)	Consumo Mensal (litros por mês)
Fins não Potáveis	Descarga do banheiro, lavagem de roupa, rega de jardins, lavagem de automóveis, limpeza de casa, atividades de diluição e outras.	426,6	12.798
Fins potáveis	Beber, alimentação e higiene pessoal.	363,4	10.902
Total		790	23.700

De acordo com as tarifas da Companhia de Saneamento do Pará (COSANPA), a conta de água dessa residência será a razão do consumo em metro cúbico (M<sup>3</sup>) pelo valor da tarifado, como mostra a Tabela 2.

**Tabela 2 – Gastos mensais em uma residência com cinco moradores.**

<b>FAIXA CONSUMO</b> (M <sup>3</sup> )	<b>VALOR de água (R\$) por M<sup>3</sup></b>	<b>Consumo em Litros</b>	<b>Valor a Paga (R\$)</b>
<b>0-10</b>	<b>1,4</b>	<b>10.000</b>	<b>14,00</b>
<b>11 - 20</b>	<b>2,2</b>	<b>10.000</b>	<b>22,00</b>
<b>21-30</b>	<b>2,68</b>	<b>3,7</b>	<b>9,20</b>
<b>31-40</b>	<b>3,02</b>		
<b>41- 50</b>	<b>4,18</b>		
<b>&gt;50</b>	<b>5,43</b>		
<b>Total</b>		<b>23.700</b>	<b>45,20</b>

- Reservatório de Auto-Limpeza e de Detenção das Águas Pluviais**

O reservatório de auto-limpeza, serve para prevenir a passagem de possíveis impurezas para o Sistema de Captação de Água da Chuva, teve o volume calculado de 60m<sup>3</sup>. O reservatório de detenção d água da chuva foi dimensionado para um volume de 1.500 litros.

- Potencial de captação e Período de Reembolso do Investimento**

O potencial de economia de água potável é apresentada-se na Tabela 3, a qual também apresenta um resultado satisfatório de economia, tanto no consumo de água potável quanto na redução da tarifa, resultando que só ta sendo considerado o aproveitamento para fins não potáveis.

**Tabela 3 – Utilização de água da chuva na casa unifamiliar, com Ac = 60m<sup>2</sup>, na Cidade de Belém - PA.**

<b>Mês</b>	<b>Volume médio mensal armazenável de águas pluviais (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Consumo de Água Potável</b>	<b>Economia Média de Água Potável</b>	
			<b>Tarifa (R\$)</b>	<b>Economia (R\$)</b>
Janeiro	18,70	17,8	45,2	29,21
Fevereiro	19,90	17,8	45,2	29,21
Março	22,70	17,8	45,2	29,21
Abril	21,40	17,8	45,2	29,21
Maio	14,70	17,8	45,2	29,21
Junho	9,40	17,8	45,2	21,74
Julho	7,60	17,8	45,2	17,78
Agosto	6,60	17,8	45,2	15,58
Setembro	6,10	17,8	45,2	14,48
Outubro	6,10	17,8	45,2	14,48
Novembro	6,40	17,8	45,2	15,14
Dezembro	13,10	17,8	45,2	29,21
<b>Total</b>	<b>152,70</b>	<b>213,6</b>	<b>542,4</b>	<b>274,46</b>

O estudo realizado demonstra que há potencial positivo de aproveitamento de água de chuva média mensal, tendo uma redução média de 39 % no consumo de água potável utilizada para fins não potáveis.

Um sistema de captação de água da chuva tem um custo de R\$ 2.084,80, em uma residência que consome 17.820 litros mensais, sua conta será de R\$ 45,20. Após a implantação de um sistema de captação de água da

chuva a mesma residência terá uma economia de R\$ 274,46 anual, tendo o retorno do investimento em aproximadamente de 6 anos com a atualização das tarifas.

Ou seja, é uma alternativa viável, pois supre as deficiências do sistema de abastecimento dando um custo benefício, promovendo a retenção da água da chuva por meio de um reserva temporal, conscientemente diminuindo os níveis máximos das enchentes nos rios e canais de drenagem.

## CONCLUSÕES

Os resultados alcançados demonstram que o potencial de aproveitamento de água da chuva é uma excelente alternativa para suprir o déficit de abastecimento da capital paraense, no qual a media de potencial de economia de água potável estimada para esses município de 100% na estação chuvosa e variando dos período menos chuvoso.

Mesmo assim isso não inviabiliza o investimento, pois a durabilidade do Sistema de Captação de Água da Chuva é aproximadamente 15 anos.

O que comprova e contempla um sistema sustentável.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS – ANA. Sistema de Informações Hidrológicas. 2015. Disponível em <<http://hifroweb.ana.gov.br>>. Acessado em fevereiro de 2015.
2. ARTICULAÇÃO NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO – ASA. 2015. Disponível em: <<http://www.asabrasil.org.br>>. Acesso em Março de 2015.
3. GHISI, E.; MONTIBELLER, A.; SCHMIDT, R.W. 2006. Potential for potable water savings by using rainwater: an analysis over 62 cities in southern Brazil. Building and Environment, 41(2): 204-210.
4. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Censo demográfico. 2015. Disponível em <<HTTP://www.ibge.gov.br>> Acessado em fevereiro de 2015.
5. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico. 2015. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>> Acessado em fevereiro de 2015.
6. LIMA, J. A.; DAMBROS, M. V. R.; ANTONIO de, M. A. P. M.; JANSEN, J. G; MARCHETTO, M. 2011. Potencial da economia de água potável pelo uso de água pluvial: análise de 40 cidades da Amazônia. Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental, 16(3): 291-298.
7. ONU. Organização das Nações Unidas. Disponível em: <http://www.onu-brasil.org.br>. Acessado em 05 de maio de 2008.
8. SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO – SNIS. Diagnóstico dos serviços de água e esgoto 2015. Disponível em <<http://www.snis.gov.br>>. Acessado em fevereiro de 2015.
9. UNIÁGUA. Universidade da água. Água no Planeta. Disponível em: <http://www.uniagua.org.br>. Acessado em 10 de maio de 2008.