

## **I-016 – PLANO DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL PARA FINS NÃO POTÁVEIS EM DOMICÍLIO NO MUNICÍPIO DE MARABÁ-PA: ESTUDO DE CASO**

**Alysson Kildary dos Santos Arrais<sup>(1)</sup>**

Engenheiro Ambiental pela Universidade do Estado do Pará.

**Felipe Souza Monteiro<sup>(2)</sup>**

Graduando em Engenharia Ambiental pela Universidade do Estado do Pará.

**Aline Souza Sardinha<sup>(3)</sup>**

Engenheira Sanitarista pela UFPA. Mestre em Ciências: Geologia pelo Instituto de Geociências da UFPA.

Professora Assistente da Universidade do Estado do Pará – UEPA.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Sérvulo Brito, 276 – Cidade Nova - Marabá - PA - Brasil - Tel: (94) 98190-4240 - e-mail: [alyssonkildary5@hotmail.com](mailto:alyssonkildary5@hotmail.com)

### **RESUMO**

O crescimento populacional, o aumento dos processos industriais, o aumento do consumo de água nas grandes cidades e aterramento de nascentes são alguns dos fatores que têm causado a insuficiência e a degradação de mananciais superficiais e subterrâneos em diversas regiões do país. Devido à impermeabilização do solo, o escoamento superficial em algumas cidades se dá de forma acentuada, podendo ocasionar, caso não haja um sistema de drenagem urbana eficiente, diversos problemas quando somados com a disposição inadequada dos resíduos sólidos como, por exemplo, as enchentes. Os objetivos específicos do presente trabalho visam: dimensionar o modelo apropriado de reservatório de aproveitamento de água da chuva; avaliar a quantidade de água pluvial armazenada para a utilização em fins menos nobres; descentralizar o abastecimento de água potável para uso em fins menos nobres e verificar a viabilidade econômica do projeto. O estudo foi desenvolvido em uma residência familiar, localizada no núcleo Cidade Nova, cuja construção se deu no ano de 2011. As fontes para obtenção de dados para a elaboração do estudo foram provenientes de levantamentos bibliográficos em literaturas específicas tais como legislações e Normas Brasileiras Regulamentadoras, visitas in loco, análise das séries históricas referentes aos dados pluviométricos do município de Marabá (1975-2014), análise quantitativa da água pluvial, registros fotográficos, caracterização do consumo de água para fins menos nobres pelos residentes, a utilização do simulador de consumo de água da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP), bem como a utilização do Software Netuno que combina dados de precipitação pluviométrica e consumo per capita, gerando informações pertinentes quanto à viabilidade ou não do projeto. A Norma Brasileira Regulamentadora – ABNT NBR 15527/2007, que dispõe sobre os requisitos para o aproveitamento de água de chuva de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis, preconiza os métodos de cálculos para o dimensionamento do reservatório, sendo os utilizados: o Método de Rippl; Método Azevedo Neto ou Método Prático Brasileiro; Método Prático Inglês; e Método Prático Alemão. Para o dimensionamento do dispositivo de descarte das primeiras águas da chuva foi utilizado o método de Lima et al (2011). De acordo com os métodos apresentados, o mais viável foi o Método Prático Alemão, que consegue abarcar de maneira fiel a captação de água pluvial, o tamanho de reservatório ideal e a viabilidade econômica, levando em conta o espaço físico da casa em questão.

**PALAVRAS-CHAVE:** Captação de água pluvial, abastecimento de água, fins não potáveis.

### **INTRODUÇÃO**

O crescimento populacional, o aumento dos processos industriais e o aumento do consumo de água nas grandes cidades são alguns dos fatores que têm causado a insuficiência e a degradação de mananciais superficiais e subterrâneos em diversas regiões do país.

O atual modelo de saneamento caracteriza-se pelo uso perdulário dos recursos água e energia, levando à escassez de água e poluição dos recursos hídricos, o que representa um problema de saúde pública, limitando o desenvolvimento econômico e os recursos naturais (COHIM; KIPERSTOCK, 2008).

Devido à impermeabilização do solo, o escoamento superficial em algumas cidades se dá de forma acentuada, podendo ocasionar, caso não haja um sistema de drenagem urbana eficiente, diversos problemas quando somados com a disposição inadequada dos resíduos sólidos como, por exemplo, as enchentes urbanas. No município de Marabá-PA, local deste estudo, a situação não é diferente, pois existem pontos de alagamento pela falta de drenagem e resíduos sólidos dispostos em terrenos baldios e esquinas, problema que piora na época das cheias dos Rios Itacaiúnas e Tocantins. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o mesmo está situado na região Amazônica, no sudeste do Estado do Pará, sendo o quarto maior município do estado (IBGE, 2010).

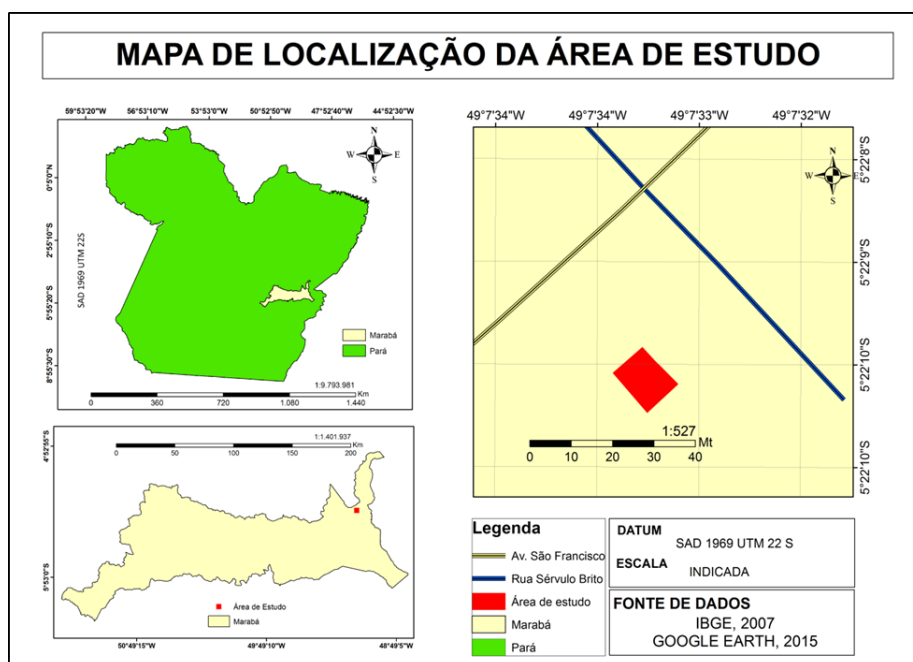
Sistemas de rápido escoamento das águas das chuvas, baseados em canalizações e retificações dos rios e córregos têm sido adotados como solução às enchentes. Com o avanço da fronteira urbana e a impossibilidade de se aumentar indefinidamente a velocidade de escoamento das águas coletadas, este tipo de solução começa a se mostrar insuficiente, uma vez que transfere os pontos de enchente cada vez mais para jusante (NEFUSSI; LICCO, 2007).

Somado aos problemas relacionados à falta de esgotamento e drenagem urbana, o município de Marabá, apresenta ao longo das décadas um potencial pluviométrico elevado, rios perenes e uma distribuição desigual do sistema de abastecimento de água para seus 233.669 habitantes, dispostos em um território de 15.128,061 Km<sup>2</sup>.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

O presente estudo se desenvolveu em uma residência familiar, localizada na cidade de Marabá-PA, construída no ano de 2011 e situada nos fundos de uma edificação comercial do núcleo Cidade Nova.

A residência possui uma área de 50 m<sup>2</sup>, a qual contempla dois quartos, um banheiro, uma cozinha americana. A residência é habitada por duas pessoas. A cobertura da residência é de telhas cerâmicas tipo plan natural. Para a drenagem da água pluvial não existe nenhum sistema de escoamento, exceto pelas bordas inclinadas das próprias telhas. Constatou-se que não existe atualmente, e também nunca foi utilizado, nenhum tipo de sistema de aproveitamento de água pluvial na edificação. A localização da residência no município de Marabá é apresentada no Mapa 1.



**Figura 1: Localização da área de estudo.**

As fontes para obtenção de dados para a elaboração do presente estudo foram provenientes de levantamentos bibliográficos em literaturas específicas tais como artigos, legislações e Normas Brasileiras Regulamentadoras, visitas in loco, análise das series históricas referentes aos dados pluviométricos do município de Marabá (1975-2014), registros fotográficos, caracterização do consumo de água para fins menos nobres pelos residentes, a utilização do simulador de consumo de água da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP), bem como a utilização do Software Netuno que combina os dados coletados gerando informações pertinentes quanto à viabilidade ou não do projeto.

O levantamento bibliográfico serviu para dar subsidio teórico no que tange o dimensionamento do sistema de captação da água da chuva, bem como o dimensionamento do dispositivo de descarte das primeiras águas da chuva. A Norma Brasileira Regulamentadora – ABNT NBR 15527/2007, que dispõe sobre os requisitos para o aproveitamento de água de chuva de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis, preconiza os métodos de cálculos para o dimensionamento do reservatório, sendo os utilizados: o Método de Rippl (Equação 1), Método Azevedo Neto ou Método Prático Brasileiro (Equação 2), Método Prático Inglês (Equação 3) e Método Prático Alemão (Equação 4). Para o dimensionamento do dispositivo de descarte das primeiras águas da chuva foi utilizado o método de Lima et al (2011) (Equações 5,6 e 7), pois é o método mais utilizado na literatura para esse tipo de dimensionamento.

$$S(t) = D(t) - Q(t) \quad \text{equação (1)}$$

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

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

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

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 e  $C$  é o coeficiente de escoamento superficial.

$$V = 0,042 \times P \times A \times T \quad \text{equação (2)}$$

Onde:  $P$  é o valor numérico da precipitação média anual, expresso em milímetros (mm);  $T$  é o valor numérico do número de meses de pouca chuva ou seca;  $A$  é o valor numérico da área de coleta em projeção, expresso em metros quadrados ( $m^2$ ) e  $V$  é o valor numérico do volume de água aproveitável e o volume de água do reservatório, expresso em litros (L).

$$V = 0,05 \times P \times A$$

equação (3)

Onde P é o valor numérico da precipitação média anual, expresso em milímetros (mm); A é o valor numérico da área de coleta em projeção, expresso em metros quadrados (m<sup>2</sup>) e

V é o valor numérico do volume de água aproveitável e o volume de água da cisterna, expresso em litros (L).

$$\text{V adotado} = \text{valor mínimo (V ou D)} \times 0,06$$

equação (4)

Onde V é o valor numérico do volume aproveitável de água de chuva anual, expresso em litros (L); D é o valor numérico da demanda anual da água não potável, expresso em litros (L) e o V adotado é o valor numérico do volume de água do reservatório, expresso em litros (L).

$$V = \text{área tubo} \times L_{\text{tubo}}$$

equação (5)

$$\text{área tubo} = \pi D^2 / 4$$

Onde L = comprimento do cano, expresso em metros (m); D é o diâmetro do cano e V é volume de água acumulado em cano de 100mm em cada 1m de tubulação, expresso em litros (L).

$$V = A \times 1 \text{ (L/m}^2\text{)} \text{ (por definição)}$$

equação (6)

Onde A é a área do telhado, expresso em metros quadrados (m<sup>2</sup>) e V é o volume de descarte por m<sup>2</sup>, expresso em litros (L).

$$Q_t = V_{\text{descarte}} / V_{\text{acumulado}}$$

equação (7)

Onde: V<sub>descarte</sub> é o volume de descarte por m<sup>2</sup>, expresso em litros (L); V<sub>acumulado</sub> é o volume acumulado em cano de 100mm para cada 1m de tubulação, expresso em litros (L) e Q<sub>t</sub> é a quantidade em metros de tubos PVC de 100mm necessário, expresso em metros (m).

As visitas in loco foram responsáveis pela verificação da viabilidade físico espacial da implantação de um sistema de captação de água da chuva no local do estudo de caso.

Os dados pluviométricos utilizados neste trabalho foram fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Estes dados foram coletados da Estação Meteorológica de Marabá - A240, Código OMM: 81820. A estação está localizada no bairro Cidade Nova, em latitude 05°21'59,209", longitude 49°03'04,198" e altitude de 117 metros. A escolha desta estação meteorológica se deu por ser a única estação da cidade e pela proximidade do local de estudo. Os dados fornecidos incluem informações sobre precipitações diárias de 40 anos, desde a data de 31/01/1975.

Os registros fotográficos serviram para mostrar a situação da residência, bem como evidenciar a superfície de captação e do espaço físico da área de estudo.

Os dados de consumo de água da residência foram necessários para realizar a estimativa do consumo diário através de levantamentos de vazões dos aparelhos sanitários e de questionário de perguntas fechadas sobre os hábitos dos moradores. Os valores de consumo diário reais não poderão ser verificados através de faturas mensais da Companhia de Saneamento do Pará (COSANPA), pois a residência não possui hidrômetro e paga apenas uma tarifa pelo consumo, porém é possível fazer uma estimativa de quanto seria pago caso existisse um hidrômetro, podendo assim também saber a quantidade de água potável utilizada para fins menos nobres no domicílio.

O simulador de consumo de água da SABESP, foi utilizado com o intuito de estimar a quantidade de água potável utilizada na residência de acordo com os hábitos dos moradores, podendo assim verificar a quantidade de água potável utilizada para fins menos nobres que podem ser substituídas por água da chuva.

O Software Netuno é um programa gratuito desenvolvido pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), que tem por objetivo estimar o potencial de economia de água potável por meio do aproveitamento de água pluvial para usos onde a água não precisa ser potável, tais como descarga de vasos sanitários, limpeza de

pisos, rega de jardim, lavação de carros, lavagem de roupa, entre outros. Com a utilização dessa ferramenta é possível fazer inúmeras simulações com base nos dados coletados e consequentemente verificar a viabilidade de execução e econômica do projeto.

Os elementos que compõem o sistema de captação da água da chuva na edificação em estudo são:

- Superfície de captação, representada por um telhado em telhas cerâmicas, com 50 m<sup>2</sup>;
- Sistema de captação das águas da chuva, representado por calhas modulares de alumínio de 5m instaladas com inclinação de 0,5 % e diâmetro nominal (DN) de 100 mm;
- Cabeçote de alumínio esquerdo e direito;
- Suporte de zinco para calha modular;
- Terminal modular direito com bocal;
- Canos de PVC esgoto 100mm;
- Canos de PVC esgoto de 40mm;
- Redução de 100mm para 75mm;
- Redução de 75mm para 40mm;
- Tês de PVC de 100mm;
- Joelhos de PVC de 100mm;
- Joelhos de PVC de 40mm;
- Cap de PVC de 100mm;
- Veda calha de alumínio;
- Dispositivo de desvio em tubos de PVC, instalado na saída da calha, destinado a fazer o descarte das primeiras águas de chuva; e
- Reservatório em polietileno de 310 L, obtido através do Método Prático Alemão (Equação 4).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a Tabela 1, foi estimado o consumo total de água na casa, no qual para a obtenção dos dados para elaboração da tabela foi utilizado o simulador de consumo de água da SABESP juntamente com os hábitos dos dois moradores. Deve-se ressaltar que para a área do quintal realizou-se outro tipo de método de mensuração, já que a torneira é acoplada a máquina de lavar e o simulador não contempla de maneira adequada tal opção. Como a máquina de lavar é utilizada apenas quatro vezes por mês e o volume utilizado em cada ciclo é de cento e sessenta e sete litros, e a cada lavagem são efetuados dois ciclos, é possível, portanto, fazer a mensuração dessa atividade por meio dos dados supracitados.

**Tabela 1: Consumo total estimado da casa.**

Pontos	Consumo Diário (m <sup>3</sup> )	Consumo Mensal (m <sup>3</sup> )
Pia do banheiro	0,01104	0,3312
Descarga	0,036	1,512
Chuveiro	0,2592	8,1072
Pia da cozinha	0,081	2,43
Torneira do quintal	0,0222	0,668
<b>Total</b>	<b>0,40944</b>	<b>13,0484</b>

De acordo com a Tabela 1, o consumo diário da casa para os dois moradores é de 0,409 m<sup>3</sup> e o mensal corresponde a 13,0484 m<sup>3</sup>. No entanto, o trabalho pretende avaliar a quantidade de água potável que pode ser substituída pela água da chuva para fins menos nobres, logo a água utilizada para tais fins (descarga e torneira do quintal) compreende diariamente 0,0582 m<sup>3</sup> ou 58,2 L, o que percentualmente equivale à aproximadamente 14,21%.

Pode-se também efetuar a mensuração consumo de água a partir da literatura preconizada no Manual de Saneamento da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) que estabelece o consumo de água de acordo com o número de habitantes de determinado local. De acordo com o manual, o município de Marabá se encaixa na faixa acima de cem mil habitantes, que estabelece um consumo per capita de 250 a 300 litros por dia por habitante (FUNASA, 2006), logo optou-se por utilizar o maior valor, por questões de segurança ao objetivo

deste trabalho. Para verificar a quantidade de água utilizada para fins menos nobres utilizando o consumo per capita preconizado pela FUNASA, pode-se fazer uma regra de três simples com o intuito de se obter o volume de água usada para fins não potáveis na residência, no qual deve-se levar em consideração o consumo diário de 600 L (2 moradores) e a mesma percentagem achada anteriormente de 14,21%, já que considera-se que os hábitos dos moradores serão os mesmos, o que implicaria dizer que o volume usado para fins menos nobres nessa faixa de consumo seria de 85,26 L.

### SÉRIE HISTÓRICA DA PRECIPITAÇÃO DA CIDADE DE MARABÁ (1975-2014)

A Figura 2 mostra o potencial pluviométrico da cidade de Marabá através da análise da média mensal da série histórica da precipitação entre os anos de 1975 a 2014, obtidas por meio da média aritmética da precipitação mensal ao longo da série. A média mensal de precipitação é de 153,95 mm.

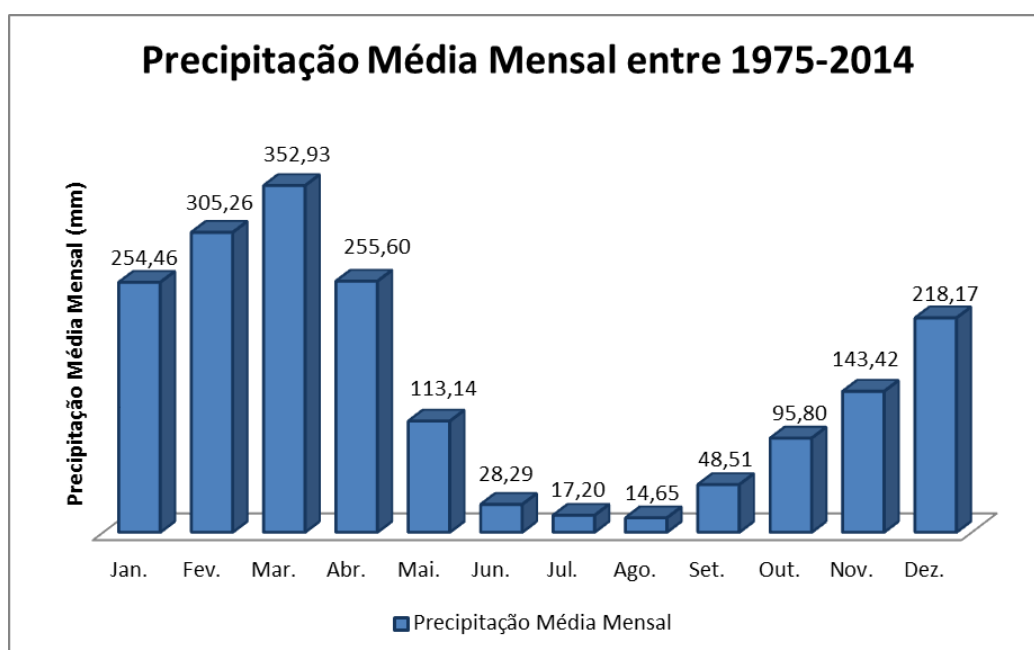


Figura 1: Localização da área de estudo.

### DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO E DO DISPOSITIVO DE DESCARTE DAS PRIMEIRAS ÁGUAS

Para o dimensionamento do reservatório apropriado para a edificação em estudo foram utilizados as equações previstas na NBR 15527/2007, que são as equações contidas no Método de Rippl (Equação 1), Método Azevedo Neto ou Método Prático Brasileiro (Equação 2), Método Prático Inglês (Equação 3) e Método Prático Alemão (Equação 4). A Tabela 2, faz uma comparação entre os volumes dos reservatórios obtidos para cada método de cálculo. Dentre os métodos de cálculo, o Método Prático Alemão mostrou-se ser o mais viável, uma vez que o volume de seu reservatório seria de 0,369 m³ ou 369 L, o qual não demandaria uma grande área de instalação do reservatório, se comparado com os outros métodos. Não sendo possível encontrar no mercado um reservatório com o volume supracitado, optou-se por usar um reservatório oferecido pelo mercado de 310 L.

Tabela 2: Comparação do volume dos reservatórios para cada método de cálculo.

Métodos Utilizados	Volume do Reservatório (m³)
Método de Rippl	2,62
Método Azevedo Neto ou Método Prático Brasileiro	1,29
Método Prático Inglês	0,384
Método Prático Alemão	0,369



Para o dimensionamento do dispositivo de descarte das primeiras águas da chuva foram utilizadas as equações 6,7 e 8 que verificam respectivamente o volume de água acumulado em cano de 100 mm em cada 1m de tubulação, o volume de descarte de água por área e a quantidade em metros de tubos PVC de 100 mm necessários. O volume de água acumulado a cada 1 m de tubulação em um cano de 100 mm é de 7,85 L. O volume de descarte das primeiras águas necessário para uma área de 50 m<sup>2</sup> é de 50 L. A quantidade em metros de tubos de PVC de 100 mm necessários para a fabricação manual do dispositivo é de 6,36 m. Deve-se levar em consideração ainda a necessidade de comprar tês e joelhos de 100 mm que são imprescindíveis para a junção dos tubos, bem como materiais necessários para fazer o link direto do dispositivo de descarte para o reservatório e do reservatório para os pontos de uso para fins não potáveis.

## SIMULAÇÃO SOFTWARE NETUNO

De acordo com os dois valores de consumo diário, o aferido e o preconizado na literatura, bem como as médias das series históricas mensais, efetuou-se a simulação no software Netuno que resultou nas Tabela 3 e Tabela 4.

**Tabela 3: Comparação do volume dos reservatórios para cada método de cálculo. Simulação com consumo per capta diário de 205 litros.**

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 (%)
Janeiro	14,87	60,96	349,04	331,68	86,05	5,32	8,63
Fevereiro	15,27	62,62	347,38	392,68	89,82	2,74	7,43
Março	14,54	59,60	350,40	316,86	84,32	5,03	10,64
Abril	10,90	44,70	365,30	190,22	60,94	7,69	31,37
Mai	5,32	21,81	388,19	45,59	27,96	7,11	64,93
Junho	3,81	15,62	394,38	30,22	20,00	5,64	74,36
Julho	3,31	13,57	396,43	34,38	17,54	3,97	78,49
Agosto	4,45	18,26	391,74	48,04	23,90	5,71	70,39
Setembro	8,01	32,84	377,16	104,13	43,33	8,55	48,12
Outubro	11,02	45,19	364,81	158,40	61,62	8,35	30,02
Novembro	13,54	55,50	354,50	241,69	77,26	6,84	15,90
Dezembro	14,75	60,49	349,51	333,84	86,27	4,05	9,68

A partir da Tabela 3, depreende-se que a viabilidade do uso de água pluvial para usos não potáveis se dá no intervalo de janeiro a abril e começa a ficar estável novamente de maneira gradual a partir de setembro. Tais afirmações podem ser verificadas a partir da visualização da coluna “atendimento completo” da Tabela 3. Logo o sistema de captação de água pluvial seria viável em oito meses do ano, onde iria haver a ocorrência de precipitação pluviométrica para suprir as necessidades hídricas da residência.

**Tabela 4: Simulação com consumo per capita diário de 300 litros.**

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 (%)
Janeiro	13,36	80,14	519,86	317,68	75,73	10,08	14,19
Fevereiro	14,30	85,80	514,20	375,53	82,65	6,90	10,44
Março	12,92	77,54	522,46	303,04	74,01	9,74	16,25
Abril	8,83	53,01	546,99	181,47	48,21	11,79	40,00
Maio	4,06	24,37	575,63	42,48	20,60	8,11	71,30
Junho	2,81	16,85	583,15	28,20	14,79	5,81	79,40
Julho	2,48	14,85	585,15	32,14	12,49	5,13	82,38
Agosto	3,34	20,05	579,95	45,45	18,11	6,12	75,77
Setembro	6,11	36,66	563,34	99,44	32,39	11,62	55,98
Outubro	9,02	54,14	545,86	150,66	48,22	13,07	38,71
Novembro	11,57	69,40	530,60	229,90	64,36	11,62	24,02
Dezembro	13,16	78,98	521,02	319,38	75,19	9,51	15,30

A partir da tabela 4, depreende-se que a viabilidade do uso de água pluvial para usos não potáveis se dá no intervalo de janeiro a março e começa a ficar estável novamente de maneira gradual a partir de outubro. Tais afirmações podem ser verificadas a partir da visualização da coluna “atendimento completo” da Tabela 4. Logo o sistema de captação de água pluvial seria viável em seis meses do ano, onde iria haver a ocorrência de precipitação pluviométrica para suprir as necessidades hídricas da residência.

## VIABILIDADE ECONÔMICA

De acordo com o software Netuno, pode-se traçar a viabilidade econômica do sistema de captação de água pluvial. O software mostra a quantidade de água utilizada por mês após o advento do sistema de aproveitamento. Os valores foram de acordo com o as tarifas da COSANPA, Tabela 5, que estabelece determinados valores de acordo com faixas de consumo de água mensal.

**Tabela 5: Tarifas de consumo de água e tratamento de esgoto.**

Categoria	Faixa de Consumo (m³)	Valor (R\$) por m³	
		Água	Esgoto
Residencial	0-10	1,40	0,84
	11-20	2,00	1,20
	21-30	2,68	1,61
	31-40	3,02	1,81
	41-50	4,18	2,50
	> 50	5,43	3,26
Comercial	0-10	4,18	2,50
	> 10	5,22	3,13
Industrial	0-10	5,22	3,13
	> 10	6,68	4,01
Pública	0-10	4,18	2,50
	> 10	5,22	3,13

Como em Marabá a COSANPA ainda não contempla o serviço de tratamento de esgoto, foram considerados apenas a faixa de consumo de água. De acordo com as tarifas e a quantidade de água tratada que seria utilizada a partir da implantação do sistema de captação de água pluvial, pode-se elaborar duas tabelas que compreendem a possível conta mensal de consumo de água, caso houvesse hidrômetro na residência. A Tabela 6 para o consumo per capita diário de 205 litros e a Tabela 7 para 300 litros. De acordo com a Tabela 1 o consumo mensal de água aferido foi de 13,0484 m³ e de acordo com os dados do manual de saneamento da FUNASA o consumo mensal seria de 18 m³.



**Tabela 6: Viabilidade econômica para consumo diário de 205 litros per capita diário.**

Mês	Consumo de água potável (L/diário)	Consumo de água potável (m3/mês)	Conta com o Sistema de Captação de água puvial (R\$)	Conta sem o Sistema de captação de água pluvial (R\$)	Economia (R\$)
Jan	349,04	10,4712	14,66	26,10	11,44
Fev	347,38	10,4214	14,59	26,10	11,51
Mar	350,4	10,512	14,72	26,10	11,38
Abr	365,3	10,959	15,34	26,10	10,75
Mai	388,19	11,6457	23,29	26,10	2,81
Jun	394,38	11,8314	23,66	26,10	2,43
Jul	396,43	11,8929	23,79	26,10	2,31
Ago	391,74	11,7522	23,50	26,10	2,59
Set	377,16	11,3148	22,63	26,10	3,47
Out	364,81	10,9443	15,32	26,10	10,77
Nov	354,5	10,635	14,89	26,10	11,21
Dez	349,51	10,4853	14,68	26,10	11,42

**Tabela 7: Viabilidade econômica para consumo diário de 300 litros per capita diário.**

Mês	Consumo de água potável (L/diário)	Consumo de água potável (m3/mês)	Conta com o Sistema de Captação de água puvial (R\$)	Conta sem o Sistema de captação de água pluvial (R\$)	Economia (R\$)
Jan	519,86	15,5958	31,19	36,00	4,81
Fev	514,2	15,426	30,85	36,00	5,15
Mar	522,46	15,6738	31,35	36,00	4,65
Abr	546,99	16,4097	32,82	36,00	3,18
Mai	575,63	17,2689	34,54	36,00	1,46
Jun	583,15	17,4945	34,99	36,00	1,01
Jul	585,15	17,5545	35,11	36,00	0,89
Ago	579,95	17,3985	34,80	36,00	1,20
Set	563,34	16,9002	33,80	36,00	2,20
Out	545,86	16,3758	32,75	36,00	3,25
Nov	530,6	15,918	31,84	36,00	4,16
Dez	521,02	15,6306	31,26	36,00	4,74

## CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÃO

De acordo com os resultados obtidos, contou-se o seguinte:

- A faixa de consumo preferencial é a primeira (205 L/per capita), pois a segunda, embora seja preconizada pela FUNASA, apresenta-se elevada. O sistema torna-se viável caso a residência possua hidrômetro, caso contrário a concessionária de saneamento estabelece um preço fixo independente do consumo. Outra vantagem do sistema é sua autonomia, pois é sabido que a cidade de Marabá sofre constantemente com interrupções no fornecimento de água.
- Verificou-se que o modelo mais apropriado para a área em estudo é o obtido pelo Método Prático Alemão, pois contempla de maneira fiel a captação de água pluvial, o tamanho de reservatório ideal e a viabilidade econômica.

- Considerando o tamanho do reservatório escolhido e o volume de água utilizado para fins não potáveis para a faixa de consumo per capita de 205 L, as necessidades hídricas não potáveis da residência serão atendidas durante 8 meses do ano.
- Ao longo do ano, após o advento do sistema, irá ocorrer a economia de R\$ 92,09 (noventa e dois reais e nove centavos) por ano. O valor do sistema de captação de água pluvial, sem levar em conta as variações dos preços de mercado que são tomados de acordo com a inflação, gira em torno de R\$ 500,00 (quinhentos reais) a R\$ 550,00 (quinhentos e cinquenta reais), logo na faixa de consumo utilizada o investimento do sistema seria pago em torno de seis anos. Esses valores englobam a mão de obra e todos os materiais necessários para a instalação do sistema.
- Tendo em vista que os serviços de instalação/execução podem ser executados pelos próprios moradores, o valor gasto poderá ser menor o que conseqüentemente diminuirá o tempo de payback do sistema.
- Além das vantagens econômicas, ainda existem as vantagens ao meio ambiente, pois toda a água captada ajuda a minimizar a ocorrência de enchentes e falta de água, sem falar do consumo indevido de água tratada, a qual possui um custo relativamente elevado.
- Recomenda-se que se realize um controle da qualidade da água armazenada, bem como a manutenção de cada componente do sistema de aproveitamento da água pluvial conforme preconiza a NBR 15527/2007, atendendo os parâmetros de qualidade da água para fins não potáveis e a frequência de manutenção dos componentes, com a finalidade de manter o bom estado de funcionamento do sistema.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRASIL. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR15527/2007: Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis- requisitos. 1º ed. Rio de Janeiro, 2007.
2. BRASIL. FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. MANUAL DE SANEAMENTO (FUNASA). 3 ed. rev. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006. 408p.
3. BRASIL. INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. Dados pluviométricos. Disponível em: < <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas>>. Acesso em: 04 jun. 2015.
4. BRASIL. POLÍTICA NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS - PNRH. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997.
5. CARMO, R.L.; DAGNINO, R.S.; JOHANSEN, I.C. (2013). Transição demográfica e transição do consumo urbano de água no Brasil. Revista Brasileira de Estudos de População, São Paulo.
6. CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Informações Básicas. São Paulo: CETESB, 2015. Disponível em: <<http://aguasinteriores.cetesb.sp.gov.br/informacoes-basicas/8-2/o-problema-da-escassez-de-agua-no-mundo/>>. Acesso em: 20 de mai. 2015.
7. COHIM, E.; KIPERSTOK, A.(2008) Racionalização e reuso de água intradomiciliar. Produção limpa e eco-saneamento. In: KIPERSTOK, Asher (Org.) Prata da casa: construindo produção limpa na Bahia. Salvador.
8. COSANPA. Companhia de Saneamento do Pará. Acesso à informação. Tarifas. Disponível em <<http://www.cosanpa.pa.gov.br/index.php/acesso-a-informacao/2013-06-20-08-52-12>>. Acesso em: 9 ago. 2015.
9. GONDIM, R.S. Difusão da captação de água de chuvas no financiamento rural. In: 3º SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA NO SEMIÁRIDO. 2001. Campina Grande, PB. Campina Grande, 2001.
10. HAGEMANN, S. E. Avaliação da Qualidade da água da Chuva e da Viabilidade de sua Captação e Uso. Dissertação de mestrado (Programa de Pós- Graduação em Engenharia Civil, Área de Concentração em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental). Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), 2009. 141p.
11. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Demográfico 2010. IBGE (Brasil). Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/default.shtm>>. Acesso em: 15 mai. 2015.



12. LIMA, J. C. A. L.; ALVES, F. H. B.; FIGUEIRAS, M. L.; LUCENA, L. M.; SANTOS, S. M.; GAVAZZA, S.. Dispositivos para a melhoria da qualidade da água armazenada em cisternas do semiárido pernambucano - Desenvolvimento tecnológico e avaliação de desempenho. In: XIV World Water Congress, 2011, Porto de Galinhas. XIV IWRA World Water Congress, 2011.
13. NEFUSSI, N.; LICCO, E. Enchentes. Meio ambiente urbano. Ministério das relações Exteriores. Disponível em: <[www.mre.gov.br/cdbrasil/itamaraty/web/port/meioamb/mamburb/enchente/index.html](http://www.mre.gov.br/cdbrasil/itamaraty/web/port/meioamb/mamburb/enchente/index.html)>. Acesso em: 16 mar. 2015.
14. SABESP: Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo, 2015. Simulador de consumo de água. Disponível em <<http://www.sabesp.com.br/CalandraWeb/animacoes/index.html>>. Acesso em: 9 ago. 2015.
15. TUNDISI, J. G. Novas perspectivas para a gestão de recursos hídricos. São Paulo. 2006.
16. UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA (UFSC). SOFTWARE NETUNO. Disponível em: < <http://www.labeee.ufsc.br/downloads/softwares/netuno>>. Acesso em: 06 jul. 2015.
17. WORLD WIDE FUND FOR NATURE (WWF). BRASIL. Cadernos de Educação Ambiental Água para vida, Água para todos: Livro das Águas. Brasília. 2006.