



XIII SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE

CAPTAÇÃO E APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS NO SENAC EM ARACAJU-SE

Thiago Barbosa de Jesus¹; Tatiana Máximo Almeida Albuquerque²

RESUMO

O problema da escassez de água no Brasil que antes era restrito somente ao semiárido nordestino, tem ocorrido com frequência as principais bacias hidrográficas do país. Esta escassez é relativa tanto a disponibilidade quantitativa, quanto qualitativa, onde além das questões climáticas tem-se uma elevada demanda dos vários usos da água e ao mau uso de forma geral. A captação e aproveitamento de água pluvial se torna uma excelente opção para um desenvolvimento sustentável, que além de aumentar a oferta de água, reduz as vazões direcionadas ao sistema de drenagem das cidades. Neste contexto, esta pesquisa tem como objetivo avaliar a viabilidade técnica econômica e ambiental do estudo da implantação de um sistema de captação da água da chuva, para possível aproveitamento nas instalações do SENAC localizada em Aracaju-SE. Esta viabilidade foi realizada através de dimensionamento do volume do reservatório, estimativa de demanda para usos não nobres e estimativas de custos. Foi constatado que apesar da região apresentar grande variação no volume de chuvas durante o ano, é viável a sua implantação com uma confiabilidade do sistema em 11 meses do ano e retorno do investimento de 46 meses.

ABSTRACT

The water scarcity problem in Brazil is not anymore restricted only to the semi-arid northeast and it is affection the main watersheds of Brazil. This shortage is related to quantitative and qualitative availability and together with climate issues it has been a high demand for various water uses and misuse in general. The rainwater harvesting and use becomes an excellent option for sustainable development, which reduces the flow directed to the drainage system of the city and increases supply of the water. In this context, this research study aims to evaluate the economic and environmental technical feasibility of the implementation of a rainwater harvesting system for possible use in SENAC facilities located in Aracaju-SE. This viability was performed by dimensioning the reservoir volume, demand for non-noble estimated usage and cost estimates. It has been found that despite the region a wide variation in rainfall during the year is feasible its implementation with system reliability in 11 months of the year and 46 months return on investment.

Palavras-chave: Gestão de demanda. Captação de água de chuva. Uso racional.

¹Engenheiro Civil. Pós-graduando em Engenharia de Segurança do Trabalho. Universidade Tiradentes. Rua Roney de Luca, Nº 192, Atalaia, Aracaju-SE, telefone (79) 99117-0954, email: thg.brbs@gmail.com.

²Doutora em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. Instituto Federal de Sergipe. Av. Gentil Tavares da Mota 1166, Aracaju-SE, telefone (79) 3711-3219, e-mail tatiana.maximo@uol.com.br.

1 – INTRODUÇÃO

O Brasil além de apresentar regiões com grave criticidade hídrica quantitativa, como é o caso da região Nordeste (semiárido), apresenta reduzidos índices de coletas e tratamentos de esgoto das cidades, tornando crítica a relação da qualidade de água, exigindo maior tratamento além dos prejuízos ao corpo receptor.

A região metropolitana de Aracaju, está localizada na sub-bacia hidrográfica do Rio Poxim, que desde o ano de 1958 vem sendo uma das fontes de abastecimento para a cidade. A sua captação se dá a menos de 5 km do centro da cidade, durante o período de implantação a área era considerada rural, mas devido ao intenso crescimento da cidade, vêm-se instalando loteamentos e conjuntos habitacionais a montante da área de extração (DALTRO FILHO e SANTOS, 2002).

O Rio Poxim já foi responsável pelo abastecimento de 70% da cidade de Aracaju, mas atualmente é responsável por somente 30%. Grande parte desta redução foi causada pelos elevados custos de tratamento da água, justificado principalmente por efluentes lançados sem nenhum tratamento no rio, prejudicando a qualidade da água. É verificado também um crescente aumento na demanda por água na cidade, não só pelo aumento populacional, mas pelo crescimento do polo industrial do estado que está localizado nas proximidades (SILVA *et al*, 2004).

Diante das dificuldades apresentadas acima, referentes a cidade de Aracaju, observa-se a necessidade de uso racional da água, no qual a economia é possível com um conjunto de atividades objetivando a redução de demanda, melhoramento do uso da água, redução de perdas e implementação de práticas e tecnologias de redução de consumo. Uma das medidas de racionalização do uso da água é através do aproveitamento da água pluvial, que além de contribuir na retenção das águas de chuva em edificações, aumenta a oferta hídrica no local de aplicação.

Nesta pesquisa foi realizado um estudo desta medida no SENAC em Aracaju-SE, que é uma instituição de ensino que faz bastante uso da água principalmente em alguns cursos técnicos apresentados, à exemplo de culinária e corte de cabelo. Este estudo engloba o dimensionamento do reservatório de abastecimento de água de chuva, os custos de todos os materiais para a possível implantação da medida e o cálculo das demandas de uso não nobres as quais serão supridas pelo uso da água de chuva.

2 – SISTEMA DE CAPTAÇÃO E APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA

Para um eventual sucesso na instalação do sistema de captação e aproveitamento de água pluvial, é extremamente importante a confiabilidade do sistema, que dependente dos índices pluviométricos da região. Para Tomaz (2010), deverão ser analisadas as séries históricas de chuva,

sendo aconselhável o uso de registros de no mínimo 10 anos.

O uso da água pluvial vinda da cobertura se torna o meio mais “limpo” de captação, por dificilmente ser ocupado por pessoas e animais, ofertando uma qualidade de água superior a outras formas de captação, além de já ser encontrado normalmente nas edificações o uso de calhas e tubulações de queda, tornando-se o processo mais simples de implantação (BUDEL, 2014). Nesta pesquisa optou-se pela captação de água de chuva pelo telhado.

No cálculo do volume a ser captado são consideradas as seguintes variáveis: área de captação, precipitação média e coeficiente de escoamento. A depender da área de captação é adotado um índice de coeficiente de escoamento diferente, sendo este a relação entre o volume de água precipitada e o volume escoado. Segundo a NBR 15527 (ABNT, 2007), devido a ser utilizada normalmente a cobertura como área de captação e grande parte delas serem constituídas de telha cerâmica e amianto geralmente no Brasil é adotado o valor de 0,80 para o coeficiente de escoamento.

Segundo Budel (2014), é importante o descarte das primeiras águas pluviais bem como a adoção de filtros e constante limpeza para que a água chegue com melhor qualidade ao reservatório de retenção.

Na NBR 15527 (ABNT, 2007) são apresentados os métodos de dimensionamento de reservatório de retenção, sendo o método de Rippl e da Simulação os mais utilizados. Nesta pesquisa foram utilizados os métodos de Rippl para o cálculo do volume do reservatório e da Simulação para verificação do comportamento do reservatório com o volume reservado.

Segundo Tomaz (2010), podem ser estimados os custos de implantação do sistema de captação e aproveitamento de água pluvial, contudo, são apenas valores para tomar base, devendo ser previstos também os custos indiretos.

3 – ESTUDO DE CASO

O SENAC (Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial) funciona em Aracaju desde de o ano de 1970, onde oferece cursos para formação inicial e contínua de aprendizagem, além da formação técnica de nível médio. Está localizado na Avenida Ivo do Prado, 540, no Bairro Centro, nas coordenadas de Latitude $-10^{\circ}.9186735$ e Longitude $-37^{\circ}.0467716$.

A unidade conta com três blocos de sala de aula, além de setor administrativo, estacionamento coberto, almoxarifado e depósito, em uma área total aproximada de 4.652 m². Segundo os dados do setor de Recursos Humanos da instituição, a quantidade média mensal de alunos apresentada no ano de 2015 foi de 572 alunos, 82 docentes e 47 na parte administrativa. O estabelecimento funciona de segunda à sexta nos turnos da manhã, tarde e noite, tendo os seus alunos uma carga horária média

diária de quatro horas e para docentes e setor administrativos oito horas.

As demandas de água na instituição são observadas no uso nas aulas do curso de formação de cabelereiro e manicure, de culinária e no uso de bebedouros, aparelhos sanitários, lanchonete, e limpeza da edificação, tendo como consumo médio mensal de água apresentado no ano de 2015 de 430 m³. Em visitas à edificação, foi constatado o uso de alguns aparelhos poupadores de água, como: torneiras hidromecânicas e vasos com caixa de descarga acoplada nos banheiros.

Durante o ano de 2015 foi realizada uma reforma na cobertura da instituição com a troca de toda a estrutura de madeira e telhas, além de impermeabilização nas calhas. A área total verificada de cobertura na instituição se dá através dos blocos de sala de aula, setor administrativo, estacionamento, almoxarifado e depósito resultando no valor de 2.447,46m², em sua totalidade telhas de amianto.

Por se tratar de uma instituição construída há mais de 40 anos, foi verificado nas edificações a utilização de tubos queda de drenagem em ferro galvanizado, apresentando sinais de ferrugem em toda sua extensão.

A partir de dados obtidos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2016), a temperatura média anual em Aracaju é de 26 °C, sendo os meses mais quentes – janeiro, fevereiro e março com máximas de 29 °C. Foram utilizadas na pesquisa as séries históricas de precipitação dos últimos 10 anos, na estação pluviométrica de código 83096, monitorada pelo INMET, Latitude de -10.95, Longitude -37.04 e Altitude de 4.72m, com situação operante. Na Tabela 1, são apresentados, os dados pluviométricos deste posto pluviométrico localizado na cidade de Aracaju entre os anos de 2006 até 2015.

Tabela 1. Dados pluviométricos da cidade de Aracaju dentre os anos de 2006 até 2015.

Mês/ Ano	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Média
JAN	26,2	21,53	27,9	18,9	26,9	100,5	35,9	6	15,8	25,5	30,44
FEV	29	142,5	133,2	44,2	76,7	89,9	85,2	7,8	59,6	38,4	70,65
MAR	28,9	126,1	272,5	41,3	31,9	52,3	17,8	10,8	78,4	44,4	70,44
ABR	174	149,5	131,5	156,1	359	210,6	24,5	195,8	153	91,6	164,56
MAI	345,3	191	366	515,8	125,8	333,3	144,6	115,4	127	282,1	254,63
JUN	218,6	156,3	113,4	103,4	265,1	97,3	118	146,9	89,7	149,4	145,81
JUL	194,3	184	144,1	121,8	135,5	130,4	100,6	120,3	156,3	171,1	145,84
AGO	60	79,8	83,8	169,4	92,5	82,7	77,1	117,6	62,9	74,4	90,02
SET	111,8	63,3	39,4	78,8	76,6	55,4	60,8	24,8	38,2	10,8	55,99
OUT	214,7	31,6	32,7	28,8	20,7	104,8	69,5	45,9	35,7	31,8	61,62
NOV	34,4	13,2	4	13,8	14	43,1	5,6	24,2	44,3	6,8	20,34
DEZ	6,3	18,6	15,6	17,2	8,7	4,4	2	9	9	26	17,3
Total	1443,5	1177,2	1364	1309	1233,4	1304,7	741,6	869,9	869,9	952,3	1127,64

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (2016)

A partir dos dados obtidos sobre a instituição, seu uso de água, as especificidades da região de implantação do sistema e com a metodologia encontrada em literatura, foi avaliada a possível

instalação do sistema. A seguir são apresentados os métodos de dimensionamento e parâmetros adotados no projeto.

4 – METODOLOGIA

Devido a Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011, sobre os procedimentos de controle e vigilância da qualidade da água para o consumo humano e seu padrão de potabilidade (BRASIL, 2011), como medida de redução de custos de implantação do sistema de captação e aproveitamento de água da chuva, a água captada será utilizada na edificação para fins não potáveis, sendo este sistema disposto de alimentação exclusiva para vasos sanitários.

Na análise dos pontos de coletas de água de chuva, foram verificados os possíveis locais para sua captação, sendo adotada através de cobertura, pela água coletada ser mais limpa de poluentes e necessitar menos tratamento para a sua utilização. Os cálculos realizados na pesquisa estão detalhados nos itens a seguir.

a) Cálculo das Demandas de Uso

Segundo Tomaz (2010) para a estimativa do uso de água em uma residência, é provável que uma pessoa acione a descarga da bacia sanitária 5 vezes por dia. Considerando-se que em média uma pessoa use 8 horas para dormir do dia, nas 16 horas restantes o vaso sanitário é acionado em média cinco vezes. Devido às dificuldades de obtenção de dados de consumo na instituição, referente ao uso dos aparelhos sanitários, foi adotada a frequência de uso em escala residencial, fazendo a relação do uso dia do aparelho com o tempo de permanência útil na edificação. A demanda de água pelas bacias sanitárias foi adotada de 6 L, devido ser verificado na instituição, a adoção de todos os aparelhos sanitários com caixa de descarga acoplada.

No cálculo da demanda de água não potável na instituição, foi adotada somente a utilização das bacias sanitárias nos blocos de sala de aula, por justamente apresentarem grande fluxo de alunos e docentes, representando a maior parte do consumo da instituição. Contudo, na avaliação das áreas de captação foi adotado a utilização de todas as áreas cobertas da instituição inclusive a da administração, cobertura de estacionamento, depósito, almoxarifados e blocos.

Partindo-se dos dados do autor acima, foi feita a seguinte consideração, a permanência média dos alunos na instituição por turno é de 4 horas/dia, que corresponde a 25% do dia útil, então o uso de descarga na instituição corresponderia a aproximadamente à 25% de 5 descargas/aluno/dia, ou seja, 1 descarga/aluno/dia a ser contabilizada. Para facilidade do cálculo da demanda por estes usuários, foi gerada a Tabela 2, no qual expressa o volume total da demanda de água não potável por alunos na instituição.

Tabela 2. Quantidade de consumo por uso do sanitário por mês, para alunos, ano 2015

Total de alunos	Número de descarga por aluno/dia	Quantidade de litros/descarga	Dias de estudo por mês	Quantidade de consumo por uso do vaso sanitário por mês
572	1	6	22	75.504 l/mês

Fonte: Dado dos autores (2016)

Seguindo a mesma analogia, a permanência média de docentes na instituição, levando em conta o seu horário de almoço, de 10 horas/dia, correspondente à 63% do dia útil, então o seu uso de descarga na instituição corresponderia aproximadamente à 63% de 5 descargas/docentes/dia, ou seja, 3 descargas/docentes/dia a serem contabilizadas. Na Tabela 3 é apresentada a quantidade da demanda mensal de água em vasos sanitários para os docentes.

Tabela 3. Quantidade de consumo por uso do sanitário por mês, para docentes, ano 2015

Total de docentes	Número de descarga por docentes/dia	Quantidade de litros/descarga	Dias de trabalho por mês	Quantidade de consumo por uso do vaso sanitário por mês
82	3	6	22	32.472 l/mês

Fonte: Dado dos autores (2016)

Seguindo a adaptação da metodologia de Tomaz (2010), a demanda expressa pelo uso das bacias sanitárias por alunos e docentes nos blocos de sala de aula é de 107,98 l/mês.

Segundo o quadro da estrutura tarifária da Companhia de Saneamento do Estado de Sergipe (DESO, 2016), se for mantida média mensal de consumo de água do ano de 2015 no ano de 2016, o preço praticado por m³ de água para instituição será de R\$ 22,64.

b) Cálculo dos Volumes dos Reservatórios

No cálculo do reservatório de retenção, foram adotados os parâmetros e métodos disponíveis na NBR 15527 (ABNT, 2007). A determinação do volume de água a ser reservado é um fator decisivo na implantação ou não de um sistema de uso de água pluvial, pois se for superdimensionado pode inviabilizar economicamente a implantação do sistema, nas decisões de retorno de investimento, custo benefício e vida útil do sistema.

No dimensionamento do método de Rippl, para o volume do reservatório é considerado o balanço de massas, em que pode ser utilizado dados de precipitação mensal ou diário. O método consiste em garantir água tanto no período chuvoso como seco. A sua equação é expressa a seguir.

$$S_{(t)} = D_{(t)} - Q_{(t)} \quad (1)$$

$$Q_{(t)} = C \times \text{precipitação da chuva}_{(t)} \times \text{área de captação} \quad (2)$$

$$V = \sum S_{(t)}, \text{ somente para valores } S_{(t)} > 0 \quad (3)$$

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 e C o coeficiente de escoamento superficial.

O método da simulação consiste na fixação de um volume para o reservatório na verificação do percentual de consumo que será atendido, apresentado a seguir.

$$S_{(t)} = Q_{(t)} + S_{(t-1)} - D_{(t)} \quad (4)$$

$$Q_{(t)} = C \times \text{precipitação da chuva}_{(t)} \times \text{área de captação} \quad (5)$$

Sendo que: $0 \leq S_{(t)} \leq V$

Onde: $S_{(t)}$ é o volume de água no reservatório no tempo t ; $S_{(t-1)}$ é o volume de água no reservatório no tempo $t-1$; $Q_{(t)}$ é o volume de chuva no tempo t ; $D_{(t)}$ é o consumo ou demanda no tempo t ; V é o volume do reservatório fixado; C é o coeficiente de escoamento superficial.

Segundo Tomaz (2010), o cálculo da probabilidade de falha (P_e) é a relação dentre o número de meses em que o reservatório está vazio (p) e o número total de meses em que estamos avaliando o projeto (N).

$$P_e = p/N \quad (6)$$

Para o cálculo da confiabilidade (R_e), que é definida como a proporção do tempo em que o reservatório atende à demanda tem-se que:

$$R_e = 1 - P_e \quad (7)$$

Segundo Tomaz (2010), a estimativa de custo obtém-se por análise e regressão a Equação (8), no qual já estão inclusos os custos da construção do reservatório e o valor de bombas, calhas e condutores.

$$C = 336 \times V^{0,85} \quad (8)$$

Sendo:

C = Custo do reservatório em US\$ e V = volume do reservatório em m^3

Devendo ser previsto os custos indiretos como o preço de projeto, as despesas não esperadas, caixa de autolimpeza e outros equipamentos no valor de 30% do custo do projeto.

Um método simples de análise do capital investido na obra é o *payback* simples em que deve ser considerado somente como um pré-estudo para aceitar ou rejeitar o projeto. O principal objetivo é saber em quanto tempo o investimento inicial será repostado, para o cálculo, deverá ser dividido o valor do custo do reservatório pelo custo da água economizada por ano (TOMAZ, 2010).

5 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta etapa do estudo são apresentados os dados coletados sobre a instituição juntamente com o dimensionamento do reservatório, custos estimados de implantação do sistema e o tempo de retorno do investimento, mostrando a economia de água prevista para a instituição na adoção do sistema de captação e aproveitamento de água pluvial.

Para o dimensionamento do reservatório de retenção, foi adotado o método de Rippl utilizando-se a média pluviométrica dos anos de 2006 até 2015 da cidade de Aracaju, e a área de captação de água de chuva de 2.447,46m², referente a coberturas. Na Tabela 4 é expresso o resumo dos cálculos.

Tabela 4. Dimensionamento de reservatório pelo método de Rippl, ano 2016

MÉTODO DE RIPPL							
Coefficiente de Runoff (CR) = 0,8							
Meses	Chuva média mensal (mm)	Demanda mensal (m ³)	Área de captação (m ²)	Volume de chuva mensal (m ³)	Diferença entre o volume de demanda e volume de chuva (m ³)	Diferença acumulada da coluna 6 dos valores positivos (m ³)	Situação do reservatório
Coluna 1	Coluna 2	Coluna 3	Coluna 4	Coluna 5	Coluna 6	Coluna 7	Coluna 8
Janeiro	30,44	107,98	2447,46	60	47,98	47,98	D
Fevereiro	70,65	107,98	2447,46	138	-30,02	17,96	S
Março	70,44	107,98	2447,46	138	-30,02	0	E
Abril	164,56	107,98	2447,46	322	-214,02	0	E
Mai	254,63	107,98	2447,46	499	-391,02	0	E
Junho	145,81	107,98	2447,46	285	-177,02	0	E
Julho	145,84	107,98	2447,46	286	-178,02	0	E
Agosto	90,02	107,98	2447,46	176	-68,02	0	E
Setembro	55,99	107,98	2447,46	110	-2,02	0	E
Outubro	61,62	107,98	2447,46	121	-13,02	0	E
Novembro	20,34	107,98	2447,46	40	67,98	67,98	D
Dezembro	17,3	107,98	2447,46	34	73,98	141,96	D
	1127,64	1295,76		2209	Volume=	141,96	

*D: descendo; *E: extravasando; *S: subindo.

Fonte: Dados dos autores (2016)

Para verificação do comportamento do reservatório, foi aplicado o balanço de massa denominado de método da Simulação, expresso na Tabela 5 a seguir.

Tabela 5. Verificação do comportamento do reservatório pelo método da Simulação, ano 2016

MÉTODO DA SIMULAÇÃO								
Coefficiente de Runoff (CR) = 0,8								
Volume do reservatório (m³) = 141,96								
Meses	Chuva média mensal (mm)	Demanda mensal (m ³)	Área de cap. (m ²)	Vol. de chuva mensal (m ³)	Vol. do reserv. no tempo (t-1) (m ³)	Vol. do reserv. no tempo (t) (m ³)	Over-flow (m ³)	Sup. de Água externo (m ³)
	Col. 2	Col. 3	Col. 4	Col. 5	Col. 6	Col.7	Col. 8	Col. 9
Janeiro	30,44	107,98	2447,46	60	0	141,96	0	47,98
Fevereiro	70,65	107,98	2447,46	138	141,96	141,96	30,02	0
Março	70,44	107,98	2447,46	138	141,96	141,96	30,02	0
Abril	164,56	107,98	2447,46	322	141,96	141,96	214,02	0
Mai	254,63	107,98	2447,46	499	141,96	141,96	391,02	0
Junho	145,81	107,98	2447,46	285	141,96	141,96	177,02	0
Julho	145,84	107,98	2447,46	286	141,96	141,96	178,02	0
Agosto	90,02	107,98	2447,46	176	141,96	141,96	68,02	0
Setembro	55,99	107,98	2447,46	110	141,96	141,96	2,02	0
Outubro	61,62	107,98	2447,46	121	141,96	141,96	13,02	0
Novembro	20,34	107,98	2447,46	40	141,96	73,98	0	0
Dezembro	17,3	107,98	2447,46	34	73,98	0	0	0

TOTAL	1127,6	1295,8	2209	1103,18	47,98
--------------	--------	--------	------	----------------	--------------

*Cap: captação; *Vol: volume; *Reserv: reservatório; *Sup: suprimento; *Col: coluna.

Fonte: Dado dos autores (2016)

Pelo método de simulação foi proposta a situação de adoção do volume calculado pelo método de Rippl de 141,96 m³. Diante dos resultados, observa-se que durante o mês de janeiro seria necessário um abastecimento por parte da concessionária de um total de 47,98 m³.

Após a definição da quantidade de água a ser armazenada, foi encontrado para falha o valor de 0,083 e de confiança 91,67%.

Na estimativa do custo do projeto, foi empregada a Equação (8), resultando no custo previsto de U\$ 22.681,95 dólares. Segundo a cotação do dólar turismo, do dia 08/05/2016, o valor de venda do dólar é de R\$ 3,69, resulta em custo previsto do projeto em R\$ 83.696,39 reais. Contudo, Tomaz (2010) afirma que deve-se prever 30% do custo do projeto para despesas não esperadas, resultou no custo contingencial de R\$ 25.108,92 reais. Após verificação do custo de projeto e contingencial, o valor total previsto da implantação do sistema é de R\$ 108.805,30 reais.

O valor de consumo médio apresentado no ano de 2015 na instituição foi de 430 m³ por mês, caso a instituição continue trabalhando com o mesmo quadro de funcionários e mantendo o fluxo de estudantes, é provável que esta média de consumo se mantenha ao decorrer dos anos. Utilizando-se do Quadro Tarifário do ano de 2016 da DESO, o custo mensal da conta de água para o ano de 2016 resulta em R\$ 9.735,2 reais e anual de R\$ 116.822,40.

A implantação do sistema permitirá um decréscimo na demanda de água da instituição de 103,98 m³ por mês ou 1.247,76 m³ anual, responsável por 24,18% do consumo. Ao analisar esta redução, a nova média de fornecimento de água potável à edificação, passará a ser de 326,02 m³, resultando na conta mensal de R\$ 7.381,00 reais um decréscimo de R\$ 2.354,20 mensal ou 28.250,40 anual. Para o cálculo do retorno do investimento, sem o uso de juros, será dividido o valor do custo do reservatório pela economia do sistema, totalizando um retorno aproximado de 3 anos e 10 meses ou 46 meses.

6 – CONCLUSÃO

A aplicação do sistema de captação e aproveitamento de águas pluviais e adoção de medidas poupadoras de água em uma instituição de ensino se torna um grande atrativo devido ao impacto de redução de demanda e custos de manutenção, além de fomentar ainda mais a ideia de sustentabilidade nos alunos, ajudando a promover o emprego do sistema.

A avaliação das possíveis áreas de captação da água de chuva na instituição foi positiva, devido às grandes áreas de cobertura e pela instituição ter trocado recentemente todas as telhas dos

blocos, favorecendo uma maior qualidade na água. Porém foram encontradas ferrugens nos tubulações de queda de drenagem, prejudicando a qualidade da água fornecida pelas chuvas, entretanto, na estimativa dos custos de projeto já são contabilizados os gastos com calhas e tubulações novas, devendo trocar as tubulações existentes por PVC.

Durante o dimensionamento do reservatório de retenção, foi adotado somente uso dos aparelhos sanitários, principalmente por este representar um dos equipamentos que mais consomem água em uma edificação de ensino, entretanto são verificados outros pontos que podem ser abastecidos por água não potável, como a rega de jardim e lavagem de piso. Como alternativa pode-se utilizar outros métodos sustentáveis no suprimento destes, como o reuso de águas cinzas e aproveitamento de águas provenientes de aparelhos de ar condicionado, sendo o último bastante interessante devido boa parte dos ambientes da instituição disporem desse equipamento.

Na avaliação econômica de implantação do sistema, foi bastante positiva, devido a economia gerada anualmente no consumo de água tratada em 1.247,76 m³ e redução de R\$ 28.250,40 reais da conta de água da instituição, com o retorno do investimento em aproximadamente 46 meses.

BIBLIOGRAFIA

ABNT. **NBR 15527**. Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2007.

BRASIL, M. da S. **Portaria Nº 2.914, de 12 de Dezembro de 2011**. Ministério da Saúde. 2011.

BUDEL, M. A. **Estudo comparativo da qualidade da água de chuva coletada em cobertura convencional e em telhado verde**. 2014. 128 f. Dissertação (mestrado) - Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR, Curitiba, 2014.

DALTRO FILHO, J; SANTOS, D. C. de G. **Avaliação da qualidade da água do rio Poxim, no entorno da captação da DESO, na grande Aracaju – Sergipe – Brasil**. In: IV-017 - Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Anais. Vitória: Ppgcta, 2002. p. 1 - 10.

DESO, C. de S. de S. Tratamento de água. **Estrutura Tarifária**. Companhia de Saneamento de Sergipe. 2016.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Dados pluviométricos da cidade de Aracaju dentre os anos de 2006 até 2015**, 2016.

SILVA, A. de S. *et al.* **Índice de sustentabilidade ambiental do uso da água (ISA_ÁGUA): municípios da região do entorno do rio Poxim, SE**. Jaguariúna: Embrapa, 2004. 46 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Meio Ambiente, ISSN 1516-4675).

TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis**. São Paulo, 2010. p. 530.