



**UNIVERSIDADE DA INTEGRAÇÃO INTERNACIONAL
DA LUSOFONIA AFRO-BRASILEIRA
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA
ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS,
AMBIENTAIS E ENERGÉTICOS**

THIAGO BARBOSA DE JESUS

**UTILIZAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL NO ABASTECIMENTO DE UMA
INSTITUIÇÃO DE ENSINO**

SÃO FRANCISCO DO CONDE

2018

THIAGO BARBOSA DE JESUS

**UTILIZAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL NO ABASTECIMENTO DE UMA
INSTITUIÇÃO DE ENSINO**

Monografia apresentada ao Curso de Pós-Graduação Lato Senu em Gestão de Recursos Hídrico, Ambientais e Energéticos da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Gestão de Recursos Hídricos, Ambientais e Energéticos.

Orientadora: Prof.^a M.^a Ana Paula Pinto Bastos.

SÃO FRANCISCO DO CONDE

2018

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Sistema de Bibliotecas da UNILAB
Catalogação de Publicação na Fonte.

Jesus, Thiago Barbosa de.

J56u

Utilização de água pluvial no abastecimento de uma instituição de ensino / Thiago Barbosa de Jesus. - Redenção, 2018.

34f: il.

Monografia - Curso de Especialização em Gestão De Recursos Hídricos, Ambientais E Energéticos, Instituto De Engenharias E Desenvolvimento Sustentável, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Redenção, 2018.

Orientadora: Profa. Ana Paula Pinto Bastos.

1. Água - Captação. 2. Uso racional de água. 3. Sistemas descentralizados de abastecimento. I. Título

CE/UF/BSCL

CDD 551.557

THIAGO BARBOSA DE JESUS

**UTILIZAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL NO ABASTECIMENTO DE UMA
INSTITUIÇÃO DE ENSINO**

Monografia julgada e aprovada para obtenção do título de Especialista em da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira.

Data: 23/06/2018

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a M.^a Ana Paula Pinto Bastos (Orientadora)

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB)

Prof. M.e Raulim de Oliveira Galvão

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB)

Prof. M.e Dayvison Chaves Lima

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB)

RESUMO

O crescimento populacional, desenvolvimento econômico e aumento das áreas urbanas, têm provocado um grande impacto nos recursos hídricos. Os sistemas centralizados de abastecimento de água vêm sendo bastante utilizado, porém, devido a deterioração da qualidade da água próxima aos consumidores e aumento do consumo, são necessários grandes investimentos econômicos e de energia. Uma solução para este modelo é a adoção de sistema descentralizado a exemplo do aproveitamento de água pluvial. Este trabalho teve como objetivo geral de realizar um estudo de viabilidade técnica e ambiental de implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial em uma instituição de ensino no município de Aracaju/SE. A metodologia realizada foi de coleta de informações e avaliação de balanço de massas em reservatórios. Os resultados demonstram que a adoção de um volume de cisterna de 170 m³ promove a economia de 169,83 m³ de água de R\$ 4.444,79 reais por mês e reduz o escoamento superficial em 94,15 %, para as condições verificadas de captação, pluviometria e demanda.

Palavras-chave: Água - Captação. Sistemas descentralizados de abastecimento. Uso racional de água.

ABSTRACT

Population growth, economic development and increasing urban areas have had a major impact on water resources. Centralized systems of water supply have been widely used, however, due to the deterioration of water quality close to consumers and increased consumption, large economic and energy investments are required. One solution to this model is the adoption of a decentralized system such as the use of rainwater. This work had as general objective to carry out a study of technical and environmental feasibility of implantation of a rainwater utilization system in a teaching institution in the city of Aracaju / SE. The methodology used was to collect information and evaluate mass balance in reservoirs. The results demonstrate that the adoption of a cistern volume of 170 m³ promotes the saving of 169.83 m³ of water of R\$ 4,444.79 reais per month and reduces the runoff by 94.15% for the verified conditions of abstraction, rainfall and demand.

Keywords: Decentralized supply systems. Rational use of water. Water - Capture.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Filtro folha instalado em tubo de queda	21
Figura 2	Freio d'água.....	21
Figura 3	Cisterna no semiárido.....	22
Figura 4	Fachada da instituição	24
Figura 5	Localização da instituição	24
Figura 6	Configuração genérica de um Sistema de coleta de água de chuva	25

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Vantagens/desvantagens do aproveitamento de água pluvial.....	17
Quadro 2	Variação da qualidade da água da chuva devido à área de coleta	19
Quadro 3	Coeficientes de escoamento superficial e características dos materiais de cobertura	20

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ANA – Agência Nacional Das Águas

ASA – Articulação no Semiárido Brasileiro

DESO – Companhia de Saneamento de Sergipe

FAQ – Food and Agriculture Organization of the United Nations

FIESP – Federação das Indústrias do Estado de São Paulo

GEE – Gases Efeito Estufa

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico

ONU – Organização das Nações Unidas

PNCDA – Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água

SENAC – Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1	GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS	13
2.1.1	Gestão de oferta	14
2.1.2	Gestão de demanda	15
2.2	SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL	17
2.2.1	Caracterização do sistema	18
2.2.2	Aplicações no Brasil de sistemas de aproveitamento de água pluvial	21
3	MATERIAIS E MÉTODOS	24
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	28
5	CONCLUSÕES	32
	REFERÊNCIAS	33

1 INTRODUÇÃO

O problema da escassez hídrica no Brasil que era frequentemente verificado em regiões semiáridas, tem acontecido com regularidade nas principais bacias hidrográficas do país. Essa insuficiência de água é referente à disponibilidade quantitativa e qualitativa, em que além de questões climáticas tem-se um crescimento da demanda hídrica e emissões de efluentes pelos diversos consumidores.

De acordo com o relatório de conjuntura da Agência Nacional das Águas (ANA, 2016), existe uma extensa oferta e demanda de água no país, contudo, este cenário é distribuído de forma heterogênea no território nacional. Os resultados referentes ao balanço hídrico, informam que algumas regiões possuem condição satisfatória, com o recurso em abundância, já outras apresentam estresse hídrico referente a baixa disponibilidade e/ou elevada demanda.

Para suprir a demanda de água e visando melhorias na saúde da população, os sistemas de abastecimento das cidades se desenvolveram de forma centralizada, tratando a água a níveis de potabilidade para ser posteriormente distribuído a população (IWA, 2015). No entanto, a contínua expansão destes sistemas, tem se mostrado ineficiente, não econômico, insustentável e, a longo prazo, incapaz de atender a um crescente consumo de água (NAIR et al., 2014).

Com o crescimento da população, urbanização, desenvolvimento econômico e industrial a demanda de água deve aumentar assim como o lançamento de efluentes nos corpos hídricos, provocando impactos ambientais. Este cenário agrava a carência quali-quantitativa de água próxima aos consumidores, no qual casa vez mais são investidos em obras de infraestrutura para captar água cada vez mais longe, com alta intensidade energética e grande consumo de materiais.

O uso de energia é um dos principais indicadores de poluição ambiental, no qual durante a sua produção são emitidos poluentes a atmosfera, a exemplo do gás carbônico e metano, principais Gases do Efeito Estufa (GEE). A atual aplicação da gestão da oferta no fornecimento de água aos centros urbanos, vem trazendo soluções com alto encargo energético, no qual é importante para preservação ambiental, a adoção de medidas que priorizem a conservação do recurso.

A região metropolitana de Aracaju fica localizada no estuário de dois grandes rios, o Poxim e Sergipe. Entretanto, devido lançamento de efluentes domésticos, industriais e agrícolas no decorrer das bacias, a água apresenta baixa qualidade, em que são necessários maiores investimentos no tratamento da água.

Para suprir o abastecimento de água à população, a Companhia de Saneamento de Sergipe (DESO), realiza a captação de água no rio São Francisco, distante a aproximadamente 188 Km e responsável por 70 % do fornecimento de água. Observa-se que, são utilizados grande quantidade e materiais e energia no sistema de abastecimento de água do município, no qual favorece a poluição ambiental.

Diante das dificuldades apresentadas acima, referentes ao estado de Sergipe, observa-se a necessidade de uso racional de água, no qual a economia de água é possível com um conjunto de atividades, objetivando a redução de demanda, redução de perdas e implementação de práticas e tecnologias para redução de consumo.

Uma das medidas para racionalização do uso da água é através de sistemas descentralizados de abastecimento, a exemplo do reaproveitamento da água pluvial. Trata-se de uma medida bastante interessante em usos não potáveis na edificação, principalmente no uso em bacias sanitárias e lavagem de áreas. A sua utilização além de possibilitar o aumento da oferta hídrica próxima aos pontos de consumo, reduz o volume de água escoado para as vias públicas, colaborando com na prevenção de enchentes.

Existem no Brasil várias pesquisas que buscam a redução do consumo de água em edificações de educação, porém, ainda é pouco encontrado em literatura, estudos sobre a utilização de sistemas de captação e aproveitamento de água pluvial nestas instituições. Devido às instituições escolares normalmente dispõem de grande área de cobertura e exigirem uma grande demanda de água, o uso de água pluvial é uma excelente fonte em potencial, para utilização em fins não potáveis na edificação.

O interesse em avaliar a possibilidade de implantação de um sistema de captação de água de chuva em uma instituição de ensino, é justificado por ser um local com grande fluxo de pessoas que trabalham e estudam, no qual utilizam a água para suas necessidades e aulas prática. Diante desta alternativa, este trabalho possui o objetivo geral de realizar um estudo de viabilidade técnica e ambiental de implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial em uma instituição de ensino no município de Aracaju/SE. Apresenta como objetivos específicos avaliar a redução do consumo de água do abastecimento público e minimização do escoamento superficial.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

Enquanto substância vital presente na natureza, a água por milênios foi considerada como recurso infinito, inesgotável, abundante e renovável. Atualmente, com o uso inadequado da água associado à crescente demanda, vem preocupando especialistas e autoridades, pelo evidente decréscimo das reservas de água limpa no planeta (TELLES; COSTA, 2010).

A ONU (Organização das Nações Unidas) elaborou um relatório para a Unesco em 2015, expondo que as reservas hídricas do mundo podem diminuir 40% até 2030. Porém reforça que existe água suficiente para abastecer as necessidades de consumo, a partir do momento que haja uma mudança dramática na sua utilização, gerenciamento e compartilhamento do recurso (CONNOR; KONCAGUL, 2015).

De acordo com a Agência Nacional das Águas (ANA, 2015), o Brasil em termos gerais possui uma grande oferta hídrica. Porém existe uma grande disparidade entre as suas regiões hidrográficas sobre a oferta e a demanda de água. Desta forma, enquanto regiões podem estar sofrendo com reduzida disponibilidade hídrica e alto consumo, outras podem estar em situação confortável, com o recurso em abundância.

Amplamente noticiada, a crise de abastecimento nos grandes centros urbanos em nosso país, tem como foco principal o colapso no suprimento de água, apontando-se como principais causas para tal ocorrência, não só uma diminuição na precipitação de chuvas, mais também, ao aumento no consumo e a má utilização deste recurso, que ao contrário do que se acreditava até bem pouco tempo, não se a firma enquanto fonte inesgotável.

Em relatório da ONU (2016), afirma que a utilização dos recursos hídricos tem que ser de forma sustentável, conservando o recurso para as futuras gerações. Silva (2011), destaca que a necessidade de um desenvolvimento sustentável aliado a uma gestão integrada, já é realidade em diversas instituições pelo mundo, não só pela economia financeira, mas pelo benefício que traz ao meio ambiente.

O conceito de gestão de recursos hídricos pode ser expresso como o conjunto de ações que visam regular o uso, controle e a proteção dos recursos hídricos. Os seus principais agentes de gestão são definidos a seguir (AESA, 2007):

- a) Legais, Institucionais e Articulação com a sociedade: através de leis, decretos, comitês de bacias, campanhas educativas, mobilização social e comunitária dentre outros;

- b) Informação: através de sistemas informativos, monitoramento quantitativo e qualitativo da água, programas de economia e uso racional da água, dentre outros;
- c) Operacional: outorga de água, licença para obras hídricas, cobrança, fiscalização dos usos da água, manutenção e conservação de obras hidráulicas, proteção de mananciais, controle e eventos críticos, dentre outros;
- d) Planejamento: Planos estaduais de recursos hídricos, plano de bacias, programas de economia e uso racional da água, dentre outros.

Como parte de gerir os recursos hídricos do país, no ano de 1997 foi criada a lei que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e a criação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, no qual a água deve ser gerida para proporcionar múltiplos usos, sejam estes para abastecimento, geração de energia elétrica e irrigação, sendo que esta gestão deve ter a participação do governo e da sociedade civil (CONSTITUIÇÃO FEDERAL, 2010).

Desta forma, através de leis e decretos foram estimuladas medidas com o objetivo da redução de demanda e gestão da oferta dos recursos hídricos. A seguir são apresentadas as medidas adotadas na gestão de oferta.

2.1.1 Gestão de oferta

O objetivo da gestão de oferta dos recursos hídricos é proporcionar, através de obras de infraestrutura, o aumento em termos quantitativos e qualitativos a reserva hídrica, para suprir o crescente aumento da demanda. Como exemplo temos a construção de barragens, adutoras, transposição de rios, dessalinizações, no qual apresenta elevados custos econômicos de implantação além de impactos ambientais e sociais.

A adoção da dessalinização da água do mar já é comum em países que não possuem muitas reservas de água como é o caso da Arábia Saudita, Kuwait e Israel, que apesar de ser alto custo de fabricação e operação se torna uma opção de abastecimento, possibilitando o desenvolvimento e a própria sobrevivência.

No Brasil uma das grandes obras hidráulicas da história, em termos de investimento e população afetada, foi a transposição do rio São Francisco. A ideia de transposição do rio desde o Brasil Império com Dom Pedro II, que tinha como o objetivo aumentar a disponibilidade de água no Nordeste, mas que por falta de recursos tecnológicos de engenharia não foi possível.

No ano de 2007 após intensa discussão entre as câmeras legislativas do país e órgãos ambientais foram iniciadas as obras de transposição do rio.

Segundo dados do Senado Federal (2015) em um projeto orçado em mais de R\$ 8,2 bilhões de reais com 477 quilômetros de canais, túneis, reservatórios e estações elevatórias, a transposição do rio São Francisco tem como o objetivo principal o uso das águas para o abastecimento humano e animal. Contudo, o texto ainda corrobora que o rio precisa de atenção, precisando emergencialmente de medidas de proteção e revitalização nas suas nascentes e matas ciliares.

Em Sergipe no ano de 2013 foi inaugurada a barragem do rio Poxim, que segundo a Companhia de Saneamento de Sergipe (DESO, 2015) a barragem possui capacidade para acumular 32 milhões de metros cúbicos de água, no qual têm como objetivo a regularização da vazão do rio, tal volume juntamente com a duplicação da adutora do rio São Francisco representa uma segurança hídrica para a Grande Aracaju para os próximos 20 anos.

Mas pouco adianta o aumento da oferta hídrica através de obras hidráulicas se não forem minimizados os desperdícios de abastecimento e consumo, pois sempre serão necessárias intervenções, causando ainda mais degradação aos mananciais e sua exaustão. A seguir são apresentadas as medidas para a redução da demanda de água.

2.1.2 Gestão de demanda

Em relatório da OCDE e FAQ (PORTAL BRASIL, 2015) apontam que o Brasil se tornará o maior produtor agrícola na próxima década, as principais causas foram o aumento de crédito e produtividade, com a inserção de novas tecnologias de cultivo. Na conjuntura dos recursos hídricos do Brasil, ANA 2012, aponta que a atividade que mais consome água no país é a agrícola sendo responsável por 72% da vazão consumida, já o consumo doméstico e industrial ficou restritos a 9% e 7% respectivamente.

Apesar do consumo doméstico no Brasil não ser tão elevado quando a países desenvolvidos, sendo sua principal atividade a agricultura, Telles e Costa (2010) reforçam a necessidade de criar estratégias educacionais para inibir o consumo exagerado da água através de métodos tecnológicos, da racionalização e do combate as perdas.

Albuquerque (2004) destaca alternativas para o gerenciamento ou ações que viabilize a conservação da água, sendo elas:

- **Ações tecnológicas:** medição individualizada em edifícios, instalações prediais que reduzam o consumo (aparelhos poupadores), sistemas individuais ou comunitários de captação de água de chuva, reuso de água, micro e macro medição na rede, sistemas automatizados de monitoramento e controle da rede de distribuição, entre outros;
- **Ações educacionais:** incorporação da questão da água aos currículos escolares, programas e campanhas de educação ambiental, adequação dos currículos dos cursos técnicos e universitários, entre outros;
- **Ações econômicas:** estímulos fiscais para redução de consumo e adoção de novos instrumentos tecnológicos, tarifação que estimule o uso eficiente da água sem penalizar os usuários mais frágeis economicamente, cobrança pelo uso da água bruta, entre outros; e
- **Ações regulatórias/institucionais:** legislação que induza o uso racional da água, regulamentação de uso da água para usos externos, outorga pelo uso da água, criação de comitês de bacias etc.

Diante destes conceitos, o Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (1999), destaca que o principal responsável pelo aumento do consumo de água em uma edificação são os comandos hidráulicos e as louças sanitárias, sendo importante a adoção de componentes economizadores de água, para a efetiva redução da demanda por água.

Além da adesão de tecnologias mais eficientes nas instalações hidrossanitárias prediais, são importantes a adoção de medidas políticas, educacionais e sistemas que permitam o aumento da oferta de água nas edificações.

Como alternativa de aumento da oferta de água na edificação, o aproveitamento das águas de chuva, através da captação e aproveitamento, para finalidades que não necessitem água potável, é uma possibilidade e que deve ser considerada principalmente pelo reduzido tempo de retorno do investimento. Em comparação com o sistema de reuso de água, leva vantagem principalmente pela qualidade da água captada ser superior, porém leva desvantagem por depender das precipitações de chuva. A seguir é apresentado como funciona o sistema de captação e aproveitamento de águas pluviais, apresentando as suas vantagens e desvantagens e parâmetros utilizados na sua captação.

2.2 SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL

Existe uma grande quantidade de técnicas para o aproveitamento de água de chuva, sendo que este sistema vem sendo utilizado há muito tempo pela humanidade. Entretanto, devido a evolução nos sistemas de abastecimentos das cidades o seu aproveitamento foi entrando em desuso e a sua utilização se tornou mais restrita a áreas que permaneciam problemas de abastecimentos, como no caso do Brasil o semiárido.

O crescente aumento populacional e seu crescente consumo de água, a utilização de sistemas de aproveitamento de água de chuva vêm como uma solução não só para suprir o abastecimento como também a redução de impactos de água de chuvas causados as cidades, como enchentes.

Com o passar do tempo as técnicas de captação e aproveitamento de água pluvial foram se desenvolvendo, tendo como o objetivo a melhoria da qualidade da água para o consumidor final. Atualmente, a opção do tipo de sistema a ser implantado se dá praticamente a definição de qual será o uso. Mesmo a utilização do sistema ele também possui algumas desvantagens observadas no Quadro 1.

Quadro 1 - Vantagens/desvantagens do aproveitamento de água pluvial

VANTAGENS	DESVANTAGENS
Conveniência (o suprimento ocorre próximo ao ponto de consume)	Alto custo inicial
Fácil manutenção	Possível rejeição cultural
Baixos custos de operação e manutenção	Não atrativo a políticas públicas
Qualidade relativamente boa (principalmente se captada em telhados)	Suprimento é limitado (depende da precipitação e área de captação)
Construção simples	Qualidade da água vulnerável
Serve além de fonte de água como uma medida não – estrutural para drenagem urbana	

Fonte: Adaptado, Gould e Nissen-Petersen, 1999

As vantagens de utilização destes sistemas apresentada na tabela 4, se torna cada vez mais atrativo não só pela ideia de construções de edificações mais sustentáveis nos solos

urbanos, mas também como alternativa de diminuição do consumo de água potável vindo da concessionária, resultado um decréscimo na conta de água para o consumidor.

Porém não devemos desconsiderar as desvantagens apresentadas como o custo inicial de implantação do sistema, principalmente a construção dos reservatórios de armazenagem, contudo, a depender da produção de água do sistema o tempo de retorno do investimento pode ser curto, no qual se torna um grande atrativo. A seguir, são apresentadas as características do sistema de aproveitamento de água pluvial.

2.2.1 Caracterização do sistema

Segundo Iwanami (1985 apud CAMPOS, 2004), para se tornar viável a implantação de um sistema de captação e aproveitamento de água pluvial, está sujeita a pelo menos uma das situações mencionadas abaixo:

1. Alta precipitação anual;
2. Problemas no abastecimento de água potável;
3. Altos preços da água potável;
4. Restrições impostas pelo poder público devido à impermeabilização.

De acordo com o manual da ANA/FIESP & SindusCon-SP (2005), a metodologia de aplicação básica de um projeto de coleta, tratamento e uso de água pluvial envolve os seguintes processos:

1. Coleta de dados pluviométricos;
2. Determinação dos locais de captação;
3. Determinação do coeficiente de escoamento superficial;
4. Condutores verticais e horizontais;
5. Sistema de tratamento da água de chuva (descarte das primeiras águas, grades, filtros, etc.);
6. Cisterna de armazenamento;
7. Caracterização da qualidade da água pluvial;
8. Identificação dos usos da água (demanda e qualidade).

Nesta etapa de verificação do potencial de implementação do sistema, deverá ser observado principalmente qual será a sua principal utilização e qual o será o seu tratamento necessário para a sua aplicação. Decisões nesta etapa de projeto é essencial para possíveis

reduções no seu custo de implantação, como por exemplo utilização e de locais de captação considerados mais “limpos” que outros, como apresentado no Quadro 2.

Quadro 2 - Variação da qualidade da água da chuva devido à área de coleta

GRAU DE PURIFICAÇÃO	ÁREA DE COLETA DE CHUVA	OBSERVAÇÕES
A	Telhados (lugares não ocupados por pessoas e animais)	Se a água for purificada pode ser consumida
B	Telhados (lugares frequentados por pessoas e animais)	Usos não potáveis
C	Terraços e terrenos impermeabilizados, áreas de estacionamentos	Mesmo para usos não potáveis, necessita tratamento
D	Estradas	Mesmo para usos não potáveis, necessita tratamento

Fonte: Group Raindrops, 2012

O uso da água pluvial vinda de cobertura se torna o meio mais “limpo” de captação, por normalmente não haver ocupação de pessoas e animais, além de se tornar uma opção mais barata, por normalmente as edificações já disporem de condutores de captação e condução, como calhas e tubos de queda, utilizados no desvio das águas pluviais para as sarjetas das ruas, no qual torna o processo mais simples de implementação.

É usualmente encontrado nas edificações os mais diversos materiais para coberturas, sendo estes os mais comuns o de telha cerâmica, fibrocimento, metálicas e lajes impermeabilizadas. A sua escolha de implantação é importante para a sua eficiência, pois cada tipo de material possui um coeficiente de escoamento diferente, o que interfere na produção do sistema de aproveitamento de água pluvial. A seguir no Quadro 3, são apresentados os tipos de cobertura de telhado, seus coeficientes de aproveitamento e a qualidade da água obtida a partir da sua captação.

Quadro 3 - Coeficientes de escoamento superficial e características dos materiais de cobertura

TIPOS	COEFICIENTE DE ESCOAMENTO	NOTAS
Folhas de ferro galvanizado	Maior que 0,90	Qualidade excelente da água. Nos dias quentes, a alta temperatura ajuda a esterilizar a água
Telha cerâmica	0,60 a 0,90	Se vitrificar apresenta melhor qualidade. Caso contrário, pode apresentar mofo. Pode existir contaminação nas junções das telhas
Telhas de cimento amianto	0,80 a 0,90	Folhas novas podem dar boa qualidade da água. Não existe nenhuma evidência, que causa efeito cancerígeno pela ingestão da água que passa por elas. Levemente porosas, o que diminui o coeficiente de escoamento. Quando velhas podem apresentar lodo e rachaduras
Orgânicos (Sapê)	0,2	Qualidade fraca (>200 CF/100 mL). Pouca eficiência na primeira chuva. Alta turbidez devido a matérias orgânicas dissolvidas que não decantam.

Fonte: Adaptado, apud Campos, 2004

Para que a água chegue ao reservatório com maior qualidade, um sistema que poderá ser adotado é o de eliminação das primeiras águas de chuva. Devido a cobertura receber dejetos de pássaros, ou outros animais que andam por elas, folhas trazidas pelo vento e segundo Tomaz (2003) é nas primeiras precipitações que são encontradas as maiores impurezas na água de chuva.

Outro sistema utilizado para melhoria da água pluvial é a utilização de um filtro com tela nos condutores verticais ou horizontais, no qual separa o material sólido da água, evitando que este se decomponha no reservatório de retenção e prejudique a qualidade da água armazenada. A seguir na Figura 1 é apresentado um modelo de filtro.

Figura 1 - Filtro folha instalado em tubo de queda



Fonte: Fortlev, 2018

Durante o processo de armazenagem de água, pequenas partículas sólidas são depositadas na parte inferior do reservatório é importante a utilização de freio d'água para evitar a suspensão destas partículas e promover a oxigenação de baixo da água armazenada, a seguir na Figura 2 apresentado um modelo de freio de água.

Figura 2 - Freio d'água



Fonte: Acquasave, 2018

2.2.2 Aplicações no Brasil de sistemas de aproveitamento de água pluvial

No Brasil na região do Semiárido, devido à baixa disponibilidade hídrica, a proposta do Programa Um Milhão de Cisternas Rurais partiu de experiências bem-sucedidas de se construir cisternas de placas de cimento para colher e armazenar água de chuva e disponibilizá-la para o consumo humano. Essa rede de organizações propôs a construção de um milhão de cisternas em cinco anos, iniciando em 2001 e abrange os estados da região Nordeste onde o clima semiárido se apresenta com maior intensidade e, conseqüentemente, os efeitos das secas são mais danosos à população sertaneja que são: Bahia, Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Paraíba, Ceará e Piauí, e mais, o Norte do Estado de Minas Gerais e Nordeste do

Espírito Santo. A área de abrangência desse projeto compreende 1.012 municípios e uma população rural de aproximadamente 8.300.000 habitantes (ASA, 2016), abaixo na Figura 3 é apresentada a cisterna de placas concreto construída no semiárido nordestino.

Figura 3 - Cisterna no semiárido



Fonte: Carta Campinas, 2017

A captação é realizada quando a chuva bate no telhado da casa, escorre em direção à calha até chegar a nesta cisterna. As vantagens são diversas como o aumento da disponibilidade de água no uso doméstico e agrícola, redução de doenças de vinculação hídrica, aumento de renda e diminuição do êxodo rural. Porém devido à demora de construção dos reservatórios em concreto, na parte final do programa foram utilizados reservatórios em fibra, para proporcionar uma maior rapidez na entrega da cisterna.

Segundo a ASA (Articulação do Semiárido) (2016), a construção dos reservatórios em concreto além de ser mais barato, metade do valor que em fibra, proporciona o emprego de pessoas da região no qual movimenta a economia da região, e que os reservatórios de fibras em algumas localidades apresentavam deformações devido ao alto calor apresentado na região além de ser mais difícil a limpeza, que em concreto é mais fácil a manutenção.

Outra adoção bem sucedida de aproveitamento de água pluvial no Brasil, foi na cidade de Cachoeiro de Itapemirim no estado do Espírito Santo, no qual uma empresa de ônibus com uma frota de mais de 150 veículos, utiliza a água de chuva captada, na cobertura do galpão de manutenção, na lavagem dos automóveis, no qual a empresa relata uma economia de dois milhões de litros de água por mês, gerando um decréscimo na conta de água da empresa (ECO DESENVOLVIMENTO, 2013).

Diante destes conceitos de gestão de oferta e demanda, a presente dissertação se dedica ao estudo de análise da captação e aproveitamento de água pluvial em uma instituição de ensino na cidade de Aracaju.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

A unidade do SENAC Aracaju está presente na cidade desde de o ano de 1970, no qual oferece cursos para formação inicial e contínua de aprendizagem, e de formação técnica de nível médio e superior. Na Figura 4 é apresentada a fachada da instituição.

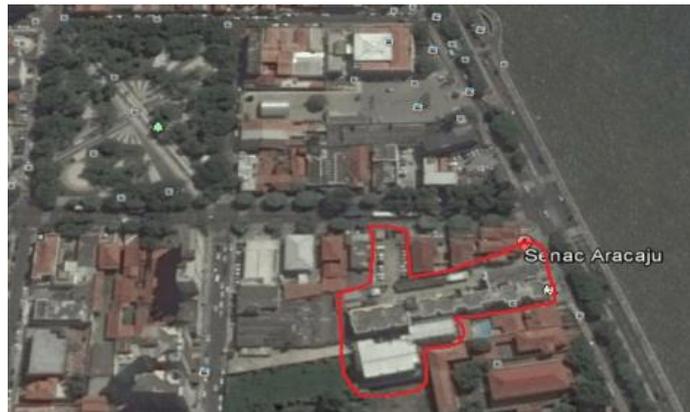
Figura 4 - Fachada da instituição



Fonte: Dados dos autores, 2018

Está localizado na Avenida Ivo do Prado, 564, no Bairro Centro, nas coordenadas de Latitude $-10^{\circ}.9186735$ e Longitude $-37^{\circ}.0467716$, apresentado na Figura 5.

Figura 5 - Localização da instituição



Fonte: Google Earth, 2018

A unidade conta com 3 blocos, setor administrativo, estacionamento coberto, almoxarifado e depósito em uma área total de 4.652 m^2 . Para a cobertura foi encontrado área de aproximadamente $2.447,46 \text{ m}^2$, no qual o material empregado é de fibrocimento.

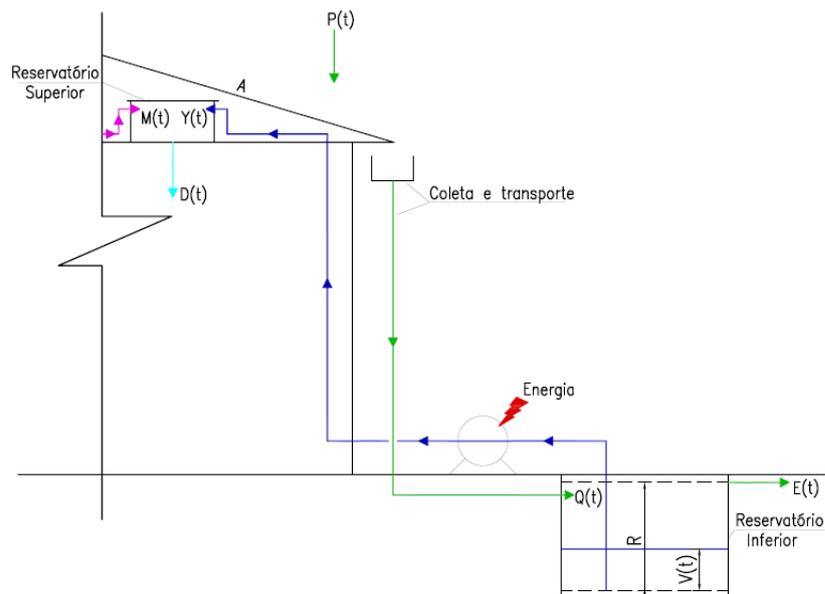
A demanda de água na edificação é demonstrada na utilização da água em bebedouros, aparelhos sanitários, rega de jardim e limpeza, tendo como consumo médio mensal apresentado nos anos de 2015 e 2016 de 562,17 m³ ou 18.739 L/dia. Foi considerado para dimensionamento do sistema a demanda de água total da edificação, devido ao uso potável da água representar baixo consumo na instituição.

Os dados de clima foram dados obtidos a partir da estação meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2018), de código 83096 e localização nas coordenadas de Latitude de - 10.95, Longitude -37.04 e Altitude de 4.72m. Foram levantadas as séries históricas de 15 anos, no período de 2002 até dezembro de 2016.

Dentre as áreas disponíveis para captação, o local escolhido foi a cobertura, justamente por apresentar uma área mais limpa para captação. No entanto, durante o escoamento parte da água é perdida, em que para sua estimativa será adotado um Coeficiente de Escoamento (C), referente ao tipo do material da cobertura.

No dimensionamento do reservatório de águas pluviais, será adotado o modelo comportamental, no qual avalia do fluxo de massas em determinado tempo de observação com o uso de algoritmos. Na Figura 6 é apresentada a configuração genérica de um sistema de coleta de água de chuva, baseado em estudo realizado por Fewkes (2000).

Figura 6 - Configuração genérica de um Sistema de coleta de água de chuva



Notas: $P(t)$ - corresponde ao valor de precipitação (mm) em um determinado período (t); A – área de captação (m²); $Q(t)$ – quantidade de água de chuva escoada (m³) durante período (t); $V(t)$ - volume de água armazenada em um período (t); R - capacidade reservação da cisterna;

$E_{(t)}$ - volume de água extravasada do sistema; $Y_{(t)}$ - rendimento da armazenagem (m^3) durante determinado período (t); $M_{(t)}$ - água fornecida pela concessionária de abastecimento urbano no período (t); $D_{(t)}$ - demanda de água durante intervalo de tempo (t). O intervalo de tempo (t) pode ser horário, diário ou mensal. Fonte: Elaborado pelos autores, 2018.

O valor correspondente de $P_{(t)}$ é equivalente ao volume precipitado em determinado tempo. Neste estudo, o fluxo de massas de água será avaliado diariamente, no qual os dados de chuva serão diários. O valor de $Q_{(t)}$ será correspondente a $P_{(t)}$ multiplicado pelo C adotado.

As equações do modelo são apresentadas abaixo.

$$Y_{(t)} = \min \left\{ \begin{array}{l} D_{(t)} \\ V_{(t-1)} + \theta Q_{(t)} \end{array} \right\} \quad \text{Equação (1)}$$

$$V_{(t)} = \min \left\{ \begin{array}{l} (V_{(t-1)} + Q_{(t)} - \theta Y_{(t)}) - (1 - \theta)Y_{(t)} \\ R - (1 - \theta)Y_{(t)} \end{array} \right\} \quad \text{Equação (2)}$$

No qual θ é um parâmetro que varia entre 0 e 1. A utilização do coeficiente de θ igual a 0, descreve a produção do reservatório antes do enchimento, já $\theta = 1$ corresponde a produção após o enchimento.

Para determinar o volume de água extravasada do sistema, será adotado a condição de que caso $D_{(t)} - (V_{(t)} - V_{(t-1)}) - Y_{(t)} > 0$ o valor correspondente ao escoamento corresponderá a seguinte equação.

$$E_{(t)} = D_{(t)} - (V_{(t)} - V_{(t-1)}) - Y_{(t)} \quad \text{Equação (3)}$$

do contrário:

$$E_{(t)} = 0 \quad \text{Equação (4)}$$

Para verificação do percentual de atendimento do sistema a demanda solicitada de água de chuva, será adotado a seguinte formulação

$$PA(\%) = \frac{\sum Y_{(t)}}{\sum D} \times 100 \quad \text{Equação (5)}$$

No qual $\sum Y_{(t)}$ corresponde somatório, durante o tempo avaliado, do volume de água de chuva que foi fornecido ao reservatório superior para atendimento da demanda dos usos da água na residência. Já o $\sum D$ é o somatório da demanda durante o período estudado.

Para estimativa do volume de água extravasado do sistema, durante o tempo avaliado, será utilizado a equação abaixo.

$$RE (\%) = \left\{ 1 - \left(\frac{\sum E(t)}{\sum Q(t)} \right) \right\} \times 100 \quad \text{Equação (6)}$$

Em que $\sum E(t)$ se refere ao somatório dos volumes extravasado do sistema durante o período de análise, enquanto, que $\sum Q(t)$ corresponde ao montante de água que foi fornecido ao sistema no tempo estudado.

Para realização destas simulações, foi utilizado a linguagem de programação Visual Basic, da Microsoft, no qual possibilita a programação de rotinas de cálculos.

Após a escolha do volume de reservatório, foi realizada uma análise econômica para apresentar a viabilidade de instalação do sistema. Foi considerado como custo inicial o próprio reservatório, no qual o seu valor foi cotado em comércio local.

O método adotado para estudo de viabilidade econômica foi o de Valor Presente Líquido. A estimativa do custo total do sistema foi realizada considerando o custo inicial e manutenção do sistema, já para o benefício, foi considerado a produção de água e a taxa da concessionária de abastecimento local de água, DESO (2018), identificadas nos quadros tarifários.

No alcance de projeto, foi adotado o período de 25 anos, devido a vida útil do reservatório ser próxima a essa idade. A taxa de juros considerada foi de 9% a.a. e a de manutenção do sistema foi de 5% ao ano.

Foi considerado a situação de um fluxo de caixa com séries de parcelas uniformes de despesas e benefícios, no qual foi calculado de acordo com as equações a seguir.

$$VPL = (B \cdot FVP_{(i,n)}) - I - (C \cdot FVP_{(i,n)}) \quad \text{Equação (7)}$$

$$FVP = \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \quad \text{Equação (8)}$$

No qual VPL é o valor presente líquido, B o benefício, FVP o fator de valor presente (anual ou mensal), I o investimento inicial, C as despesas (anual ou mensal), “i” a taxa de juros e “n” o período avaliado.

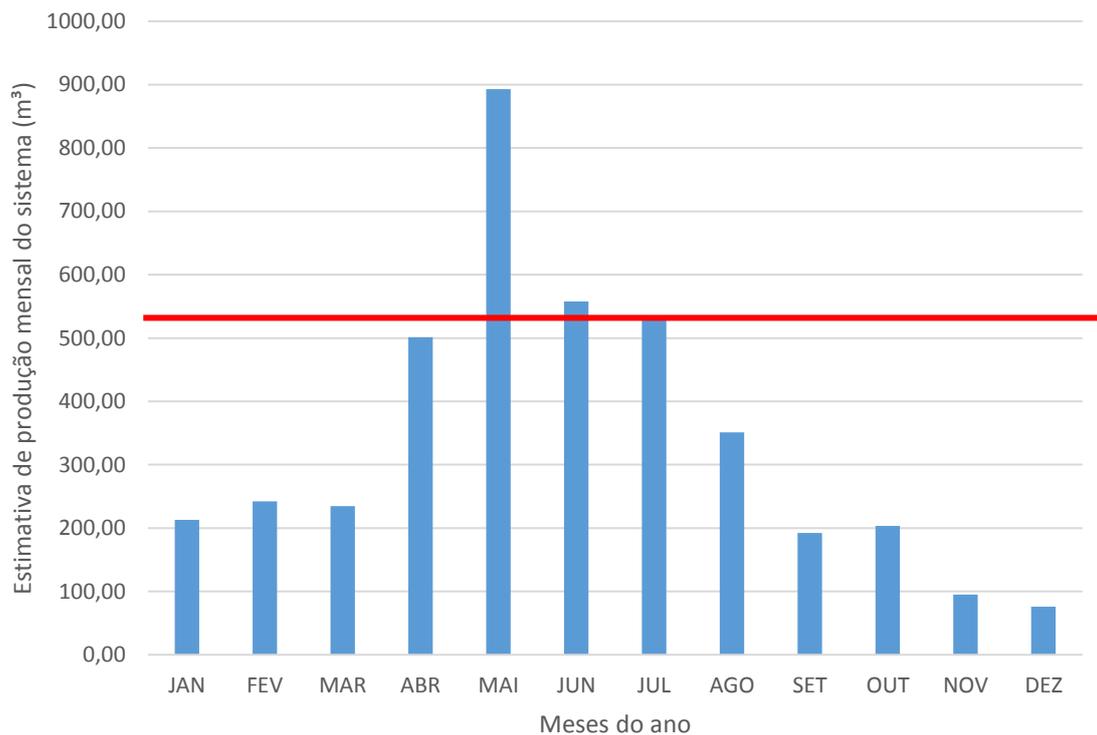
Na classificação da relação Benefício/Custo, foi adotada a proposta por Gomes (2009), no qual valor maior que 1 é considerado um investimento atrativo, quando menor não é atrativo e quando igual, indefere a sua implantação.

4 RESULTADOS E DISCURSÕES

Nesta etapa do estudo são apresentados os dados coletados sobre a instituição juntamente com o dimensionamento do reservatório, mostrando a economia de água prevista para a instituição e redução do escoamento superficial, com a adoção do sistema de captação e aproveitamento de água pluvial.

Através do agrupamento dos dados diários em mensal, foi possível prever o comportamento do sistema ao longo dos meses do ano, como apresentado no Gráfico 1. É possível observar que na grande maioria dos meses o sistema não consegue produzir o suficiente para abastecer por completo a edificação, no qual apresenta demanda de 562,17 m³/mês. Os meses de abril, maio, junho e julho foram os que mais produtivos, devido a estes serem os meses de maiores precipitações no município.

Gráfico 1 - Estimativa de produção do sistema de aproveitamento de água pluvial

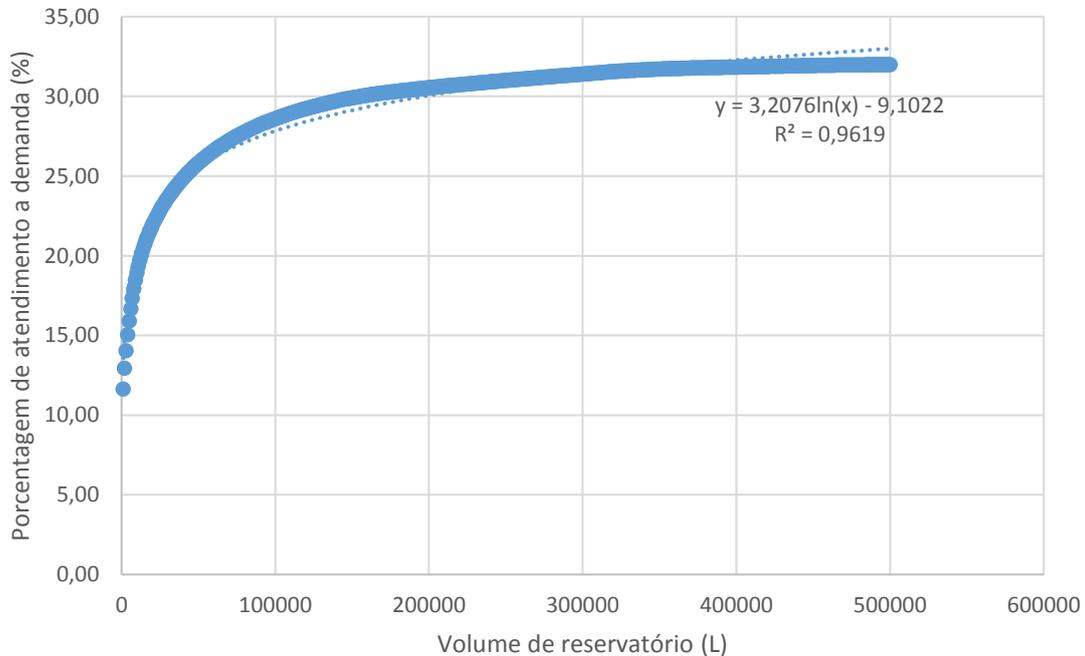


Fonte: Elaborado pelos autores, 2018

A verificação do comportamento do balanço de massas no reservatório foi verificada através de simulação, com volumes de cisterna variando de 1.000 L em 1.000 L até 500.000 L, ou seja, 500 simulações. Para o coeficiente de escoamento superficial, foi escolhido o valor de

0,80, devido ao material empregado na cobertura de ser de fibrocimento. Os resultados de atendimento a demanda são apresentados no Gráfico 2 a seguir.

Gráfico 2 - Volume de reservatório x atendimento a demanda



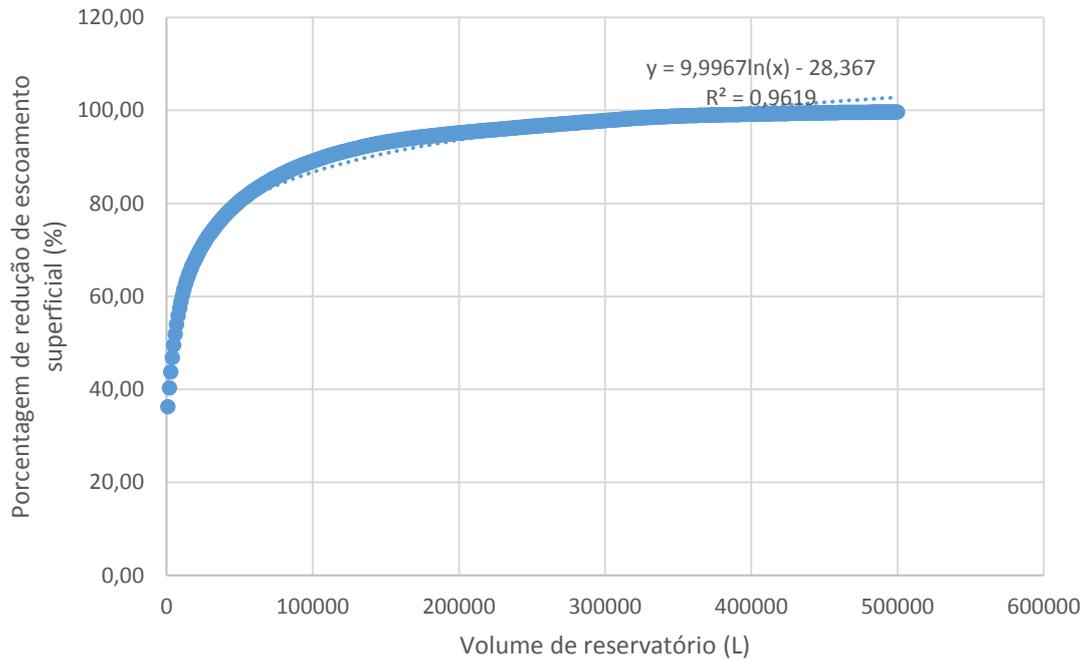
Fonte: Elaborado pelos autores, 2018

A curva que mais se ajustou ao gráfico foi a logarítmica com R^2 de 0,9619, ou seja, um bom ajuste. Como observado, a porcentagem de atendimento a demanda da instituição aumenta a partir do crescimento do volume do reservatório. No entanto, a partir de um determinado volume de cisterna, a taxa de crescimento do atendimento a demanda reduz, isso é devido as limitações de produção de água do sistema, relativas a precipitação, área de captação e consumo de água.

O volume de reservatório é um dos principais componentes do sistema de aproveitamento de água pluvial, como também o de maior custo. A seleção de seu volume vai interferir na aceitação do sistema, se ele será economicamente viável para implantação.

Para isto, foi considerado como fator de escolha do volume de reservatório a relação de que para cada 1 m³ de volume de reservatório haja pelo menos 1 m³ de produção de água. O volume encontrado de cisterna foi de 170 m³, no qual possibilita a o atendimento a 30,21 % da demanda de água na edificação, ou seja, 172,19 m³/mês de economia.

Na análise da redução do escoamento superficial o comportamento do sistema foi similar ao de atendimento a demanda, como demonstrado no Gráfico 3.

Gráfico 3 - Volume de reservatório x redução do escoamento superficial

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018

A curva que mais se ajustou ao gráfico também foi a logarítmica com R^2 de 0,9619. A redução do escoamento superficial também foi em função do volume de reservatório, no qual quanto maior é a cisterna maior é a redução do escoamento superficial. Assim como identificado no Gráfico 2, a partir de determinado volume de reservatório, a taxa de redução de escoamento reduz, devido às capacidades de produção do sistema.

Adotando o volume de reservatório escolhido de 170 m³, a redução de escoamento superficial prevista é de 94,15%, ou seja, para o período avaliado de 15 anos de precipitação a redução do escoamento superficial seria de 28.740,35 m³, o que contribui na redução do pico de vazões do ambiente urbano em que se localiza a instituição.

Para análise econômica foi considerado o uso de 8 reservatórios com capacidade de 20.000 L, com valor de mercado de R\$ 7.397,00 cada, e 1 reservatório com 10.000 L, com valor de 3.212,00, ambos de fibra de vidro e somados possuem a capacidade total de armazenagem de 170.000 L.

De acordo com o quadro tarifário da Companhia de Saneamento de Sergipe (DESO, 2018), a edificação é classificada como comercial e para faixa de consumo superior a 10 m³ a tarifa mínima é de R\$ 82,35 acrescidos de R\$ 14,54, para cada m³ excedente aos 10 m³.

Para o custo inicial foi reservatório, no qual o custo inicial total do sistema foi de R\$ 62.388,00. Aplicando a taxa de manutenção do sistema ao custo inicial, e aplicado o FVP, o custo total avaliado foi de R\$ 93.028,55.

Para o benefício foi considerando a produção do sistema e a tarifa de água, no qual foi aplicado o FVP e encontrado benefício final de R\$ 287.675,54. Através da verificação da relação Benefício/Custo, foi encontrado valor de 3,09, no qual segundo classificação de Gomes (2009) o sistema é atrativo. O custo de produção do m³ de água foi de R\$ 1,80.

Após análise financeira foi possível observar que o sistema é economicamente viável. Ou seja, pode reduzir bastante as despesas de água na instituição, além de reduzir o escoamento superficial e promover o uso racional da água.

5 CONCLUSÕES

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.

Durante o dimensionamento do reservatório, foi verificada alta demanda por água na instituição. Contudo, o volume captado de água de chuva não foi suficiente para suprir esta demanda, em que esta demanda pode ser suprida por outras fontes descentralizadas de abastecimento ou pela a água de abastecimento público.

Através da verificação do balanço de massas de água em reservatório e a determinação de escolha de que para cada 1 m³ de reservatório seja produzido pelo menos 1 m³ de água, foi escolhido o reservatório de 170 m³, no qual propicia o atendimento de 30,21 % da demanda de água na instituição, ou seja, 169,83 m³/mês de economia.

Considerando o volume de cisterna escolhido de 170 m³, a redução do escoamento superficial prevista é de 94,15 %, ou seja, de 28.740,35 m³ para o período avaliado de 15 anos, no qual ajuda na redução de vazões nas ruas e contribui na diminuição de eventos de inundações.

A análise financeira do sistema, considerando como custo inicial o reservatório e aplicando uma taxa de manutenção, o sistema se mostra viável, classificado como atrativo. O custo do m³ produzido foi inferior ao praticado pela concessionária de abastecimento de água.

REFERÊNCIAS

- ACQUASAVE. **Freio d'água 100 mm**. Disponível em: <<http://acquasave.com.br/produtos/acessorios-residencial/>>. Acesso em: 25 março 2018.
- AESA, Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. **Gestão de recursos hídricos no estado da Paraíba**. 2007. Estado da Paraíba. Secretaria de estado da ciência e tecnologia e do meio ambiente – SECTMA. Disponível em: <[http://www.aesa.pb.gov.br/gestao/Gestao de Recursos Hidricos.pdf](http://www.aesa.pb.gov.br/gestao/Gestao%20de%20Recursos%20Hidricos.pdf)>. Acesso em: 29 março 2018.
- ALBUQUERQUE, T. M. A. **Seleção Multicriterial de Alternativas para o Gerenciamento da Demanda de Água na Escala de Bairro**. 2004. 240 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil e Ambiental, Geotecnia, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2004. Disponível em: <http://www.hidro.ufcg.edu.br/Dissertacao_Tatiana_Albuquerque.pdf>. Acesso em: 25 fevereiro 2018.
- ANA, Agência Nacional de Águas. **Mudanças Climáticas e Recursos Hídricos: avaliações e diretrizes para adaptação / Agência Nacional de Águas**. – Brasília: ANA, GGES, 2016.
- ANA, Agência Nacional de Águas. **Encarte Especial sobre a Crise Hídrica: conjuntura recursos hídricos no brasil**. 2015. Ministério do Meio Ambiente. Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos - SPR. Brasília - DF. Disponível em: <<http://conjuntura.ana.gov.br/docs/crisehidrica.pdf>>. Acesso em: 25 fevereiro 2018.
- ANA, FIESP E SindusCon-SP. **Conservação e Reúso de água em edificações**. São Paulo. Prol Editora Gráfica, 2005.
- ARTICULAÇÃO DO SEMI-ÁRIDO/ASA. **Programa Um Milhão de Cisternas Rurais**. Disponível em: <http://www.asabrasil.org.br/>. Acessado em: 01 abril 2018.
- CAMPOS, M. A. S. **Aproveitamento de água pluvial em edifícios residenciais multifamiliares na cidade de São Carlos**. 2004. 145 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Construção Civil, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004. Disponível em: <https://www.e-science.unicamp.br/lepis/publicacoes/publicacoes_completo.php?id_publicacao=549&categoria_publicacao=491>. Acesso em: 02 março 2018.
- CARTA CAMPINAS. **Programa Cisternas, criado no governo Lula, concorre a Prêmio Internacional das Nações Unidas, 2017**. Disponível em: <<http://cartacampinas.com.br/2017/07/programa-cisternas-criado-no-governo-lula-concorre-a-premio-internacional-das-nacoes-unidas/>>. Acesso em: 01 abril 2018.
- CONNOR, R.; KONCAGUL, E. **ÁGUA PARA UM MUNDO SUSTENTÁVEL**. Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos. Programa de Avaliação Mundial da Água das Nações Unidas. Divisão de Ciências Hídricas, UNESCO, 2015. Disponível em: <http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/images/WWDR2015ExecutiveSummary_POR_web.pdf>. Acesso em: 10 março 2018.

CONSTITUIÇÃO FEDERAL. **LEI Nº 9.433, DE 8 DE JANEIRO DE 1997**: Política Nacional de Recursos Hídricos. 2010. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm>. Acesso em: 01 abril 2018.

DESO, Companhia de Saneamento de Sergipe. **Quadro Tarifário**. Disponível em: <<https://www.deso-se.com.br/v2/index.php/clientes/quadro-tarifario>>. Acesso em: 02 abril 2018.

DESO, Companhia de Saneamento de Sergipe. **Tratamento de água**. 2013. Disponível em: <<http://www.deso-se.com.br/v2/index.php/agua/tratamento-de-agua>>. Acesso em: 02 abril 2018.

ECO DESENVOLVIMENTO. Água: **Empresas de ônibus reutilizam água da chuva para economizar o recurso**. 2013. Disponível em: <<http://www.ecodesenvolvimento.org/posts/2013/junho/com-agua-da-chuva-e-reuso-empresas-de-onibus?tag=agua>>. Acesso em: 02 abril 2018.

FEWKES, A. **Modelling the performance of rainwater collection systems: towards a generalised approach**. Urban Water 1, Nottingham, v. 8, n. 2, p.323-333, maio 2000.

FORTLEV. **Separador de Folhas FORTLEV**. Disponível em: <<http://www.fortlev.com.br/produto/separador-de-folhas/>>. Acesso em: 25 março 2018.

GOULD, J.; NISSEN-PETERSEN, E. **Rainwater catchment systems for domestic supply**: Design, construction and implementation. Londres: ITDG Publishing, 1999.

GOMES, Heber Pimentel. **Eficiência Hidráulica e Energética em Saneamento: Análise Econômica de Projetos**. 2. ed. João Pessoa: Ufpb, 2009. 145 p.

GROUP RAINDROPS. **Aproveitamento da Água da Chuva**. In: KOBAYAMA, M.; USHIWATA, C.T.; AFONSO, M.A. Editora Organic Trading, Curitiba-PR, 2002.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Dados pluviométricos da cidade de Aracaju dentre os anos janeiro de 2002 até dezembro de 2016**; 2018.

IWA, The International Water Association. **Alternative Water Resources Cluster: A Review of Concepts, Solutions and Experiences**. IWA, 2015.

NAIR, Sudeep et al. **Water–energy–greenhouse gas nexus of urban water systems**. ONU, Organização das Nações Unidas. **Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2016: ÁGUA E EMPREGO**, Fatos e números. Brasil: Word Water, 2016. 12 p.

PNCDA, Programa Nacional de Combate Ao Desperdício de Água. **Roteiros para códigos de prática**: documentos técnicos de apoio. Presidência da República. Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano. Secretaria de Política Urbana, 1999. Disponível em: <http://www.planoauditoria.com.br/site/download/080808_DTA-F3.PDF>. Acesso em: 10 março 2018.

PORTAL BRASIL. **Brasil será maior exportador de alimentos do mundo na próxima década, aponta ONU:** Relatório conjunto da FAO e da OCDE reafirma importância da agricultura familiar no crescimento da produção de alimentos com sustentabilidade. 2015. Produção de Alimentos. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2015/07/brasil-sera-maior-exportador-de-alimentos-do-mundo-na-proxima-decada-aponta-onu>>. Acesso em: 15 março de 2018. Resources, Conservation and Recycling, Australia, v. 89, p.1-89, abr. 2014.

SENADO FEDERAL. **Transposição do Rio São Francisco só termina em 2015.** 2015. Revista em Discussão. Disponível em: <<http://www.senado.gov.br/noticias/jornal/emdiscussao/escassez-de-agua/materia.html?materia=transposicao-do-rio-sao-francisco-so-termina-em-2015.html>>. Acesso em: 15 março 2018.

SILVA, M. B.; HERREROS, M. M. A. G. **A gestão integrada dos recursos hídricos como política de gerenciamento hídrico no brasil:** Políticas públicas e a perspectiva da economia ecológica. In: ENCONTRO NACIONAL DA ECOECO, Não use números Romanos ou letras, use somente números Arábicos, 2011, Brasília. **Anais.** Brasília: UFPA, 2011. p. 1 - 20. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/3770311-A-gestao-integrada-dos-recursos-hidricos-como-politica-de-gerenciamento-hidrico-no-brasil.html>>. Acesso em: 10 março 2018.

TELLES, D. D'.; COSTA, R. H. P. G. **Reúso da Água:** Conceitos, Teorias e Práticas. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher LTDA, 2010. 408 p.

TOMAZ, P. **Aproveitamento da Água de Chuva.** São Paulo: Navegar, 2003.