

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE BOTUCATU  
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM AGRONEGÓCIO**

**FERNANDA DE OLIVEIRA**

**ESTUDO DA VIABILIDADE DA IMPLANTAÇÃO DE CISTERNA NA ESCOLA DO  
MEIO AMBIENTE (EMA) – BOTUCATU/SP**

Botucatu-SP  
Dezembro – 2012

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE BOTUCATU  
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM AGRONEGÓCIO**

**FERNANDA DE OLIVEIRA**

**ESTUDO DA VIABILIDADE DA IMPLANTAÇÃO DE CISTERNA NA ESCOLA DO  
MEIO AMBIENTE (EMA) – BOTUCATU/SP**

Orientador: Prof. Ms. Antônio Aparecido Mendes Júnior

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
FATEC - Faculdade de Tecnologia de  
Botucatu, para obtenção do título de  
Tecnólogo no Curso Superior em  
Agronegócio.

Botucatu-SP  
Dezembro – 2012

## **DEDICATÓRIA**

Dedico esse trabalho aos meus pais José Roberto de Oliveira e Célia Dionéia de Oliveira que possibilitaram a minha formação com todo apoio e atenção.

Ofereço aos meus amigos Camila Estracanholti de Castro, Sergio Hatty Junior, Lucas Eduardo Dias e Leonardo Giacomo, que, apesar da distância, estão presentes em minha vida há anos e souberam lidar tão bem com a minha ausência, devido ao desenvolvimento deste trabalho.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao meu orientador Prof. Ms. Antônio Aparecido Mendes Júnior, pelas horas de empenho e esforço dedicados para o desenvolvimento deste trabalho. Deixo também meus agradecimentos à FATEC de Botucatu e a todos os professores que fizeram parte da minha formação, em especial aos professores: Osmar Delmanto Júnior (coordenador do curso de tecnologia em agronegócio), Roberto Antônio Colenci (Diretor da FATEC-BT) e Celso Fernandes Joaquim Júnior (Vice-diretor da FATEC-BT)

A todos os amigos da EMA, deixo minha eterna gratidão pelas horas de trabalho em equipe e apoio nas tarefas desenvolvidas para a obtenção deste trabalho, em especial aos estagiários e amigos Veridiana Vizzotto Paioli, Rafael Maciel Vieira (Vareta) e Mateus William de Oliveira, que contribuíram diretamente neste trabalho, aos funcionários José Arruda e Rildo Cezar de Alcantara, que forneceram todo o apoio técnico, à diretora Eliana Gabriel por ter me oferecido e proporcionado horas de trabalho satisfatórias e às amigas e funcionárias Sibebe Gimenez Martins, Maria Clara Esteves de Mattos e Mariana Papola, que me ajudaram sempre que foi necessário.

Aos meus amigos, Ândrea Francielly Dias Leão, Sofia Alfredo de Campos, Renan Gonzaga de Azevedo (Pacu) e Mário Ribeiro Galvão Neto, agradeço do fundo do coração pelo incentivo e apoio dados nas horas difíceis, pela compreensão e paciência com a minha ausência devido ao empenho dedicado para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos amigos e colegas de graduação, deixo aqui minha gratidão, por fazerem parte da minha formação.

Obrigada.

*“Trabalhar com sustentabilidade é plantar um presente que garanta a subsistência das novas gerações num planeta que pede socorro e se aquece a cada dia. Pois melhor que plantar árvores, despoluir rios, proteger animais, é semear a consciência de que a garantia da vida é respeitar as fronteiras da natureza.”*

*Nildo Lage*

## RESUMO

O agronegócio tem grande importância para a economia nacional já que é um ponto forte para equilibrar a balança comercial, representando um pouco mais de um terço do PIB (Produto Interno Bruto) do nosso país. A água é um recurso essencial para que haja sucesso nessa atividade, no entanto deve-se pensar em sua utilização racional e sustentável, pois o problema de escassez de água potável no planeta é uma realidade histórica. Nesse sentido atitudes devem ser tomadas para amenizar tal problema. Para isso o uso desordenado da água potável deve ser evitado e maneiras alternativas devem ser incentivadas, um exemplo é a utilização de cisternas. No município de Botucatu – SP, mais precisamente na Escola do Meio Ambiente (EMA) foi realizado um projeto piloto para analisar a viabilidade desse método de captação e recepção da água da chuva através de telhados e calhas. Este trabalho tem por objetivo determinar a viabilidade do aproveitamento da água pluvial para usos não potáveis na EMA, visando amenizar o impacto ambiental com a reutilização da água da chuva, reduzir os gastos com água embasados no valor anual economizado e analisando a amortização do investimento de aplicação de cisterna. O fato de que a água pode vir a ser um recurso que provocará disputa entre as populações do mundo por conta de sua escassez, despertou o interesse do desenvolvimento deste trabalho. Além da questão econômica e ambiental, a social influenciou para a sua escolha, já que a EMA recebe visitas constantes de escolas públicas e particulares possibilitando ensinar para crianças e jovens que é necessário poupar os recursos naturais. A sede da EMA foi a base para a observação dessa tecnologia alternativa apropriável e foram visualizados resultados positivos quanto ao tempo de amortização do investimento, sendo esse de 2 anos e 9 meses, aproximadamente, poupando-se 62.769,6 litros de água por mês e economizando-se R\$ 5.965,66/ano. Para a execução deste trabalho foi desenvolvido mediante pesquisa exploratória, à partir de literatura específica e conhecimento de profissionais da área.

**PALAVRAS-CHAVE:** Agronegócio. Água. Cisterna. Viabilidade.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Projeto modelo de aplicação e construção de uma cisterna.....	19
<b>Figura 2</b> - Ilustração de reservatório subterrâneo .....	20
<b>Figura 3</b> - Sistema de armazenamento de água no Irã: Abanbars .....	21
<b>Figura 4</b> - Sistema de armazenagem de água no México pelos povos astecas e maias, nomeado Chultuns. ....	22
<b>Figura 5</b> - Vista frontal da sede da EMA, Botucatu, 2012. ....	24
<b>Figura 6</b> - Vista lateral interna da EMA, Botucatu, 2012.....	24
<b>Figura 7</b> - Vista lateral externa da sede da EMA, Botucatu, 2012. ....	25
<b>Figura 8</b> - Desenho do telhado da Sede da EMA com medidas em metros. ....	26

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Disponibilidade hídrica (sem considerar aquíferos) e concentração da população por regiões do Brasil.....	14
<b>Tabela 2</b> - Precipitação pluvial de julho de 2010 à junho de 2011 na cidade de Botucatu - SP .....	27
<b>Tabela 3</b> - Itens necessários para a implantação de uma cisterna com 3 reservatórios de 20.000 litros cada.....	28
<b>Tabela 4</b> - Tarifas dos serviços de água e esgoto da região de Botucatu, volume superior a 500 litros por mês. ....	29

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

a.C. – Antes de Cristo

$A_T$  - Área Total do Telhado.

$A_{\Delta}$  - Área do triângulo.

$A_{\square}$  - Área do trapézio.

B - Base maior do trapézio

$b_1$  = Base do triângulo

$b_2$  - Base menor do trapézio

C – Coeficiente de Runoff

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

EMA – Escola do Meio Ambiente

EUA – Estados Unidos da América

FAO – Organização para Agricultura e Alimentação

h – Altura

I – Investimento para implantação da cisterna

$I_T$  = Valor dos Itens necessários para implantação da cisterna

L - Litros

m – Metros

$m^2$  - Metros Quadrados

mm – Milímetros.

ONU – Organização das Nações Unidas

Pa – Precipitação Anual

R\$ - Reais.

ROI – Retorno sobre investimento

SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo

T – tarifa de água + esgoto anual

V – Volume de Água Anual Captada

VA – Valor anual economizado

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>1.1 Objetivo .....</b>	<b>11</b>
<b>1.2 Justificativa e relevância do tema .....</b>	<b>12</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>13</b>
<b>2.1 A água .....</b>	<b>13</b>
<b>2.2 Poluição .....</b>	<b>15</b>
<b>2.3 Escassez .....</b>	<b>16</b>
<b>2.4 Água e agronegócio.....</b>	<b>17</b>
<b>2.5 Cisternas .....</b>	<b>18</b>
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>23</b>
<b>3.1 Escola do Meio Ambiente (EMA) – Botucatu .....</b>	<b>23</b>
<b>3.2 Metodologia .....</b>	<b>25</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>30</b>
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>32</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>33</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Desde o início da civilização o ser humano começou a entender a importância da água para sua subsistência, pois ela é um recurso muito importante para todos os seres vivos (GONÇALVES; MORAES; MENDES JUNIOR, 2012).

Há anos a humanidade se preocupa com um problema que vem se agravando cada vez mais e que pode nos atingir em um futuro bem próximo, que é a falta de água. Dados da ONU de 2006 revelam que até 2050 mais de 45% da população mundial não terá acesso à água potável.

A utilização da água potável no mundo está distribuída da seguinte forma: agricultura utiliza 70%, seguida pelas indústrias com 22% e somando os usos individuais (clubes, hospitais, residências, escritórios e outros) chega a 8% (REBOUÇAS, 2003).

O Brasil é referencial quando o assunto é água, rios, lagos, aquíferos, mas não é pelo fato de ser um país privilegiado que se pode usar e abusar, sem preocupação alguma, dos recursos naturais disponíveis. Um dia essa água toda vai ficar mais escassa do que já está, e não tem como evitar isso se não for poupando e usando com moderação e consciência.

Mesmo dispondo do maior estoque de água doce, a gestão dos recursos hídricos é uma tarefa inadiável e urgente tanto no que se refere à poluição dos seus mananciais quanto ao desperdício que chega a ser alarmante (TRIGEIRO, 2003).

O uso de fontes alternativas de suprimento para o abastecimento dos pontos de consumo de água não potável é uma importante prática na busca da sustentabilidade hídrica. Dentre as fontes alternativas pode-se citar o aproveitamento da água da chuva, e a dessalinização da água do mar. Destaca-se o aproveitamento da água da chuva como fonte alternativa de suprimento pela sua simplicidade (GARCEZ, 1974).

Um recurso disponível, que pode ajudar a amenizar esse problema de falta de água é a construção de cisternas que armazenam água coletada da chuva através de telhados e calhas. Em época de chuva é possível existir uma reserva abundante de água, para utilizar na época de seca.

O uso descontrolado de água potável para fins como limpeza e higiene de ambientes como varandas, calçadas, galpões, irrigações de jardins, e até mesmo descargas de vasos sanitários está presente na atualidade. Com a utilização de cisterna, a água coletada da chuva pode ser utilizada nesses fins, reduzindo o consumo da água potável e aumentando o reuso da água da chuva.

Na Escola do Meio Ambiente (EMA) de Botucatu, região centro-oeste do estado de São Paulo, existem condições favoráveis para a aplicação de uma cisterna, devido à presença de chuva constante, telhado disponível para a captação da água e áreas que necessitam de água, como por exemplo: irrigação de jardins, limpeza da área externa da escola, descargas de vasos sanitários.

O presente trabalho foi desenvolvido visando utilizar um dos recursos naturais que está escasso de forma positiva. A ideia é fazer com que a EMA utilize a maior quantidade possível de água que será captada da chuva em lugares adequados, e não da SABESP (Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo).

O fato é que a EMA utiliza água potável em grande quantidade, quando é possível a utilização da água da chuva. Com isso, o estudo de analisar a viabilidade técnica de implantação de uma cisterna se faz muito importante, pois pode ocorrer uma economia muito grande de quantidade de água potável utilizada e uma redução significativa nos gastos com água.

## **1.1 Objetivo**

Este trabalho tem por objetivo determinar a viabilidade do aproveitamento da água pluvial para usos não potáveis na Escola do Meio Ambiente de Botucatu/SP, visando amenizar o impacto ambiental com a reutilização da água da chuva, reduzir os gastos com água, embasados no valor anual economizado e analisar a amortização do investimento de aplicação de cisterna.

## **1.2 Justificativa e relevância do tema**

A EMA utiliza água potável em grande quantidade, fornecida pela SABESP para fins como limpeza de varandas, irrigações de jardins, que não necessitam de água tratada. O fato de que a água no futuro será um recurso que provocará disputa entre as populações do mundo inteiro por conta de sua escassez, despertou o interesse do desenvolvimento deste trabalho.

Outros aspectos que também influenciaram para o desenvolvimento deste estudo foram os aspectos socioeconômicos, ensinar crianças que é necessário poupar os recursos naturais com a redução de gastos financeiros desnecessários, é uma das coisas mais importante hoje em dia.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 A água**

O primeiro argumento para a defesa da importância da água é em torno da sua participação na distribuição sobre a superfície da Terra. De acordo com Nogueira (2006), 97,5% é representado pela água do mar, que é inapropriada para a ingestão humana, por ter alta taxa de salinidade. Os 2,5% restantes representam a quantidade de água doce no mundo, sendo apenas 0,3% desse percentual, renovável através do ciclo hidrológico.

É inquestionável a importância da água para o desenvolvimento e manutenção de toda forma de vida no planeta. Mais do que isso, a água também é importante para o desenvolvimento social e econômico das comunidades humanas. Seu uso é indispensável em diversas atividades, tais como: agricultura, transporte, geração de energia, recreação, abastecimento público, turismo, disposição de resíduos, etc. O Brasil, por exemplo, possui a maior disponibilidade de água doce do planeta, sem considerar os aquíferos e sua distribuição também é desigual, conforme mostra Tabela 1 (TOMAZ, 2003).

Tabela 1 - Disponibilidade hídrica (sem considerar aquíferos) e concentração da população por regiões do Brasil

<b>Regiões Do Brasil</b>	<b>Água (%)</b>	<b>População (%)</b>
Norte	68,5	7,4
Nordeste	3,3	28,23
Centro-Oeste	15,7	6,85
Sudeste	6	42,61
Sul	6,5	14,91
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Fonte: Tomaz (2003).

Segundo Villiers (2002), à medida que cresce a população, o uso sustentável da água depende fundamentalmente da adaptação dos seres humanos ao ciclo da água. O homem necessita desenvolver novos conhecimentos, habilidades, procedimentos e instituições a fim de que possa administrar o uso da água de forma integrada e abrangente, mantendo, portanto a qualidade e a quantidade de água.

O homem é intimamente dependente da água; pois em praticamente todas as ações humanas, a água está envolvida, desde para usos domésticos como lavar roupa, descargas, banho, lavagem de automóvel e até mesmo na produção de diversos bens industriais como alimentos e têxteis (FERNANDES; MEDEIROS NETO; MATTOS, 2007).

Apesar de sua importância incontestável desde a origem da civilização, a preocupação em manter a quantidade e qualidade da água para as gerações futuras é um assunto recente, que começou a surgir apenas quando os problemas de escassez da água tornaram-se evidentes em alguns locais do planeta (GALIZONE, 2004).

Essa demora em identificar a necessidade de preservação, deveu-se principalmente a falsa ideia de que em um planeta, cuja superfície é composta de 70% de água, a disponibilidade desse recurso seria infinita (CALIXTO, 2012).

Segundo Tomaz (2009) sabe-se, no entanto, que de toda a água existente no planeta, a maior parte é salgada, compondo os oceanos e mares e, do que resta como água doce, a grande maioria compõe as águas subterrâneas e as calotas polares ou geleiras, restando apenas uma pequena parcela facilmente disponível para consumo, nos rios e lagos.

Com o crescimento demográfico e o conseqüente aumento das atividades agrícolas e industriais, certas regiões vêm sofrendo com a escassez deste recurso tão importante, agravada pela demanda incompatível e com a poluição dos mananciais, exigindo grandes investimentos para se obter água potável, através de estações de tratamento onerosas,

captação de regiões distantes ou investindo na prospecção das águas subterrâneas (CITADIN, 2010).

O consumo de água no mundo vem aumentando progressivamente devido ao aumento populacional e a industrialização. Com a degradação dos recursos hídricos, o desmatamento e a poluição, começam a existir problemas de falta de água, mesmo em locais onde este recurso era abundante. De acordo com a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB (2005) grande parte dos 3 bilhões de habitantes que irão nascer nos próximos 50 anos, viverá em países que já sofrem de escassez de água.

Desta forma a degradação dos recursos hídricos, o desmatamento, a poluição, a impermeabilização das cidades, têm tornado a água escassa em diversas regiões. Através de seu ciclo hidrológico a água pode se tornar um recurso renovável e pode ser utilizada para se contornar problemas de escassez. E a captação da água de chuva constitui alternativa eficaz, como forma de disponibilizar água “de boa qualidade” em diversas regiões e ainda controlar a vazão nos escoamentos superficiais das cidades (FERNANDES; MEDEIROS NETO; MATTOS, 2007).

A composição da água pluvial varia de região para região e um dos fatores dessa variação é a presença de carga poluidora na atmosfera, sendo que em determinados lugares esta água pode conter alguns elementos químicos estranhos. Devido à presença desses elementos presentes na água da chuva seu uso deve ser apenas para fins não-potáveis, principalmente em regiões industriais e, mesmo assim, esta água deve ser tratada à base de cloro, para que possa ser armazenada e reutilizada (GOUVEA; RADAVELLI; HURTADO, 2011)

## **2.2 Poluição**

Entre muitos impactos que a água vem sofrendo, a poluição e a escassez são os mais importantes atualmente. O homem vem há muito tempo poluindo os grandes reservatórios naturais de água, como os oceanos, rios e lagos. A poluição é também uma das responsáveis pela escassez de água, uma vez que contaminada, a água doce torna-se inapropriada para o uso humano (FERNANDES; MEDEIROS NETO; MATTOS, 2007).

De acordo com Von Sperling (1996), a poluição das águas se dá quando são adicionadas substâncias ou formas de energia que, direta ou indiretamente, alterem a natureza do corpo de água, de uma maneira tal que prejudique os legítimos usos que dele são feitos.

A deposição de resíduos industriais, agrotóxicos, lixo e esgoto na natureza, são as principais formas de contaminação da água. Com essa contaminação também ocorre a destruição das matas ciliares, causando o assoreamento dos rios. As matas ciliares são as vegetações que acompanham o curso dos rios, e sendo destruídas, deixam as margens dos mananciais desprotegidas, podendo rapidamente ser levadas pela água da chuva, provocando a erosão (JALFIM, 2010).

A contaminação por meio de esgoto bruto, excremento de animais, efluentes domésticos, descargas industriais, escoamento superficial urbano e rural, traz diversas consequências ambientais e sociais como a mortalidade de peixes, afetando o ecossistema natural, além de diversos problemas relativos à saúde humana pela veiculação hídrica de doenças como a febre tifóide, cólera e a esquistossomose, além de aumentar os riscos de câncer nos rins e bexiga (FERNANDES; MEDEIROS NETO; MATTOS, 2007)

Segundo Fonaro e Gutz (2000), os processos mais comuns de poluição da água, além da contaminação e do assoreamento, são a eutrofização, responsável pelo crescimento descontrolado de algas e plantas aquáticas devido à fertilização excessiva da água, e a acidificação, causada pela diminuição do pH que se deve à chuva ácida ou a degradação de matéria orgânica

### **2.3 Escassez**

Segundo Leão et al. (2012) a escassez de água potável no mundo é hoje um problema onde a tendência é se agravar cada vez mais.

Para o consumo humano, a escassez pode ser considerada o fator principal para a sobrevivência e a melhoria da qualidade de vida das populações rurais, sobretudo nas regiões áridas e semi-áridas (SILVEIRA, 2008).

Como se não bastasse a trágica poluição, a escassez da água é também um problema grave. Atualmente, muitos países já sofrem com a falta de água, no entanto dados da ONU de 2006 indicam que em poucos anos cerca de 48 países deverão enfrentar a extrema falta de água o que afetará uma população média de 2,8 bilhões de pessoas.

Tanto a distribuição como a disponibilidade da água potável sempre foi determinante em inúmeros aspectos sociais, culturais e econômicos. Desde as primeiras civilizações, as quais surgiram ao longo de rios, não foi fácil lidar com a água. Apesar de beneficiadas, essas civilizações enfrentaram também problemas como enchentes, secas e transmissão de doenças por meio da água (GALIZONI, 2004).

Entre as principais ações humanas que alteram o equilíbrio do ciclo da água, estão o desmatamento e a ocupação intensa do solo, aumentando sua compactação e reduzindo assim, a permeabilidade para a infiltração natural da água, e o escoamento superficial natural, comprometendo a renovação da água através do ciclo hidrológico. Numa escala mais ampla, o aumento da concentração dos gases fomenta o efeito estufa na atmosfera, eleva a temperatura no planeta e altera as suas características químicas e, assim como qualquer modificação nas propriedades do clima, afeta a qualidade, a quantidade, e o tempo de residência da água na Terra, afetando por fim o ciclo de renovação da água (FERNANDES; MEDEIROS NETO; MATTOS, 2007).

## **2.4 Água e agronegócio**

Na média mundial, cerca de 70% dos recursos hídricos disponíveis atualmente são destinados à irrigação, contra apenas 22% para a indústria e menos de 8% para abastecimento da população (higiene e consumo direto). Nos países desenvolvidos, o percentual de uso da água para irrigação é ainda maior, chegando próximo dos 80%, segundo Postel (2001), diretora do projeto Global Water Policy, de Massachusetts (EUA). Desta forma a agricultura é um dos setores que mais consomem água, e com desbalanço dos ciclos hidrológicos a irrigação agrícola esse fato tende a crescer.

Se a agricultura conseguir aumentar a produtividade, com a utilização de uma menor quantidade de água, a pressão sobre os preciosos recursos hídricos pode ser reduzida e a água seria liberada para outros setores, afirma Yoshinaga (2002), diretor da Organização para Agricultura e Alimentação (FAO), agência das Nações Unidas (ONU). A simples melhora de 1% na eficiência do uso da água de irrigação, nos países em desenvolvimento de clima árido, significaria uma economia de 200 mil litros de água, por agricultor, por hectare/ano. O suficiente para matar a sede de 150 pessoas, no período.

Yoshinaga (2002) diz que as áreas irrigadas, nos países em desenvolvimento, devem aumentar dos atuais 202 para 242 milhões de hectares. Só na África, o potencial é de 40 milhões de hectares, dos quais apenas 12 estão sendo aproveitados. Nos países desenvolvidos, o total irrigado fica em torno dos 50 milhões de hectares, mas o potencial de expansão é menor, porque a agricultura já é intensificada. Por isso, a escolha da tecnologia mais adequada e, sobretudo, a promoção de métodos de irrigação que evitam o desperdício é fundamental para atender à demanda por alimentos, com o mínimo de impactos ambientais, como a degradação dos solos, dos aquíferos ou os processos de salinização.

Em muitos perímetros irrigados, a baixa qualidade das águas de superfície levou os agricultores a optar pelas águas subterrâneas. Porém, o uso descontrolado está levando ao rebaixamento dos aquíferos; em alguns casos (incluindo áreas dos Estados Unidos), no impressionante ritmo de 1 a 3 metros por ano. Para evitar problemas, a FAO sugere, num relatório divulgado em Kyoto, no Japão, em 2001, a adoção de tecnologias mais eficientes do que a tradicional inundação de campos ou o uso generalizado de aspersores e pivô central (os dois métodos mais utilizados no Brasil).

Desta forma torna-se imprescindível encontrar formas de economizar água e se reutilizá-la evitando desperdício.

## 2.5 Cisternas

Muitos estudos têm se preocupado, de forma geral, em melhor gerir os recursos hídricos, à fim de otimizar seu uso, visando evitar o gasto inescrupuloso deste bem vital para todas as espécies. Um dos meios de racionalizar o uso da água é através do aproveitamento da água de chuva, que pode servir para a irrigação, para o abastecimento humano e industrial, e ainda reduz os riscos de enchentes em regiões que possuem solos altamente impermeabilizados (FERNANDES; MEDEIROS NETO; MATTOS, 2007).

Segundo Guilherme (2006), essa forma de aproveitamento tem apontado ser viável por ser uma alternativa de baixo custo, e eficaz em resolver o problema da demanda prolixa de água destinada ao consumo humano.

O reaproveitamento ou reuso da água é o processo pelo qual a água, tratada ou não, é reutilizada para o mesmo ou outro fim (LIMA; MACHADO, 2008).

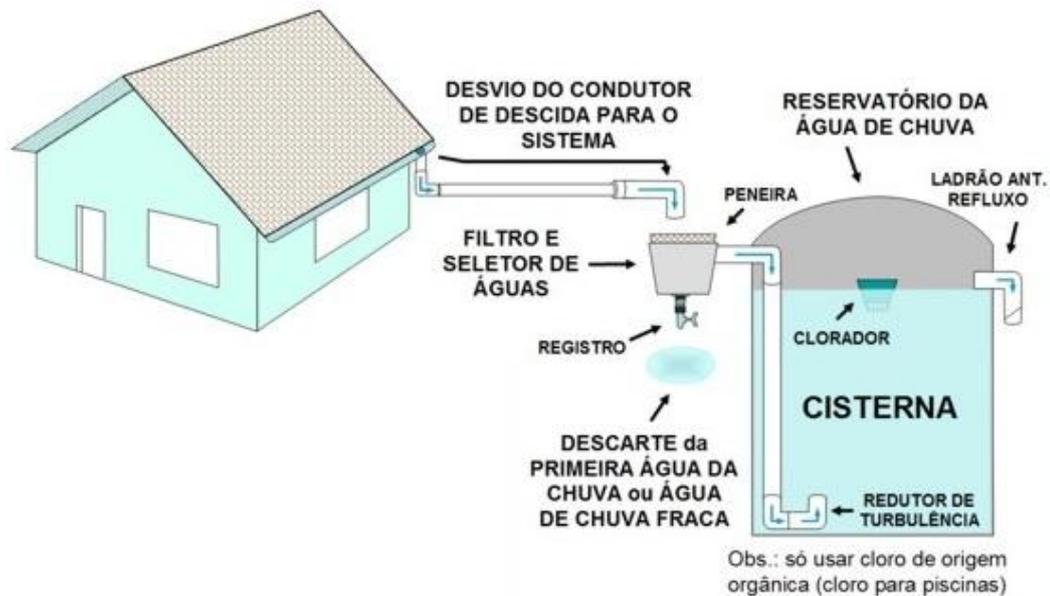
A água reaproveitada pode ser utilizada na recarga do lençol freático, na geração de energia, na irrigação, na refrigeração de equipamentos, na lavagem de ruas e feiras livres, na limpeza de monumentos, em sistemas de controle de incêndio, na limpeza de banheiros e pátios, em descargas sanitárias. Em vários países do mundo o reuso planejado da água já é uma solução utilizada (SILVEIRA, 2008).

Existem várias formas de se armazenar a água pluvial, sendo a mais comum delas açudes e lagoas, porém, essa forma não mantém o volume de água devido à infiltração e evaporação. Outro ponto negativo é a dificuldade em manter a potabilidade desta água, devido à possível introdução de matéria orgânica e poeiras (PERDOMO; OLIVEIRA; KUNZ, 2005).

Outra forma de armazenamento de águas pluviais são caixas d'água, contêineres e cisternas com paredes impermeabilizadas e cobertas (figura 1). A forma mais utilizada são

cisternas semienterradas. Essas cisternas, muitas vezes, são construídas de placa de concreto com tela de arame galvanizado e rebocada por dentro e por fora. (CARLON, 2005).

Figura 1 - Projeto modelo de aplicação e construção de uma cisterna



Fonte: ABNT, 2010.

A água é captada através de uma tubulação que a direciona até o reservatório. Um fator importante na construção de cisternas é a análise da legislação vigente quanto ao local e às distâncias que ela deve ter das edificações existentes, para assim minimizar riscos de contaminação (GOUVEA; RADAVELLI; HURTADO, 2011).

Quando a água pluvial escorre pelo telhado, ela sofre diversas contaminações e, dependendo dos materiais utilizados para a construção do telhado, a contaminação pode ser ainda maior. O telhado, muitas vezes, serve de depósito para fezes de aves, ratos e outros animais, o que pode contaminar a água pluvial com bactérias e parasitas gastrointestinais. Além disto, o telhado também acumula poeira, folhas de árvores e revestimento do próprio telhado. Por esses motivos, pesquisadores aconselham o descarte dos primeiros milímetros de água de chuva. Atualmente já existem válvulas que realizam esse descarte, com acionamento automático, podendo-se programar as quantidades de água a serem descartadas (GOUVEA; RADAVELLI; HURTADO, 2011).

Nos reservatórios deve ser evitada a entrada da luz do sol, pois esta estimula o crescimento de algas. Para isso, o ideal é que o reservatório seja semienterrado, ou enterrado, ou seja, subterrâneo (figura 2). A tampa de inspeção deverá ser hermeticamente fechada e a saída do extravasor (ladrão) deverá conter grade para evitar a entrada de animais. Recomenda-

se que, no mínimo, uma vez ao ano seja realizada uma limpeza no reservatório com solução de hipoclorito de sódio (TOMAZ, 2003).

Figura 2 - Ilustração de reservatório subterrâneo



Fonte: 3P Technik do Brasil, 2010 .

Apesar de parecer algo novo, a utilização da água de chuva pelo homem para a produção de alimentos, criação de animais e até mesmo consumo humano acontece há milhares de anos. A captação de água de chuva, utilizando-se os telhados das habitações, é uma tecnologia simples, antiga e de grande utilidade por permitir captar e armazenar em cisterna a quantidade de água necessária à demanda difusa de uma família (ALMEIDA; SILVA; COSTA FILHO, 2007).

Na ilha de Creta são encontrados inúmeros reservatórios escavados em rochas anteriores a 3.000 a.C. com a finalidade de aproveitamento da água da chuva para o consumo humano (TOMAZ, 2003).

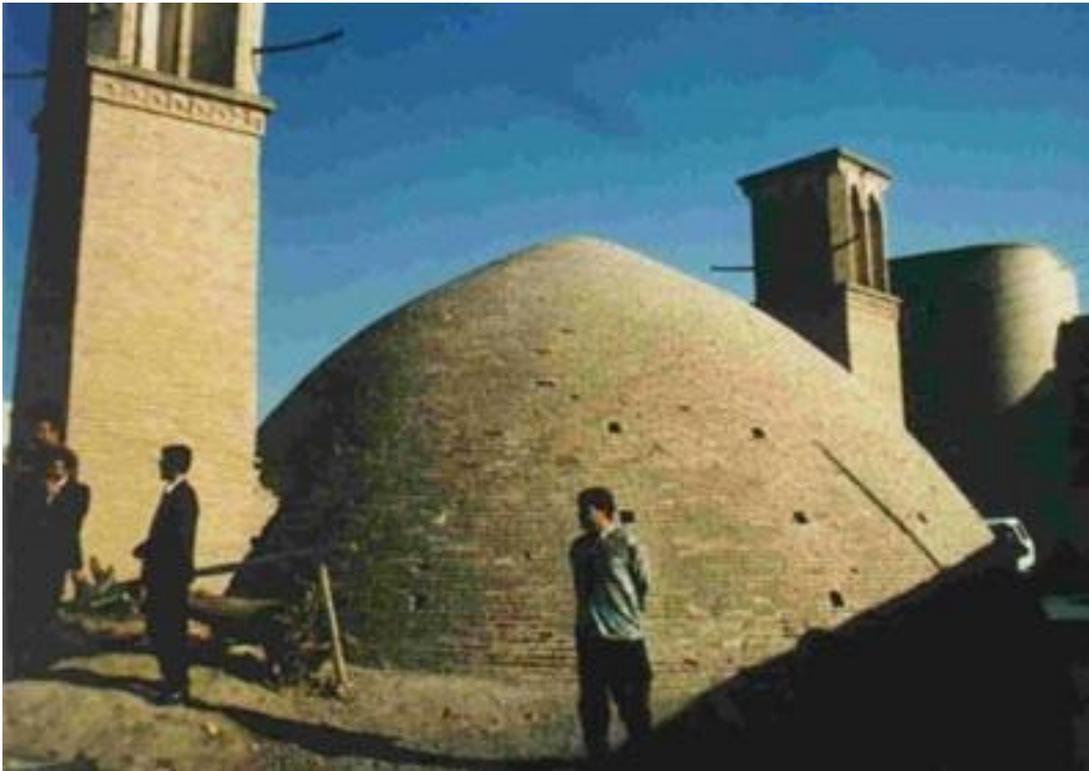
O reaproveitamento da água da chuva teve seu início há aproximadamente 3.000 a.C. no Oriente Médio e há 2.750 a.C. na Mesopotâmia. Atualmente o uso da água pluvial é maior nos países Europeus e Asiáticos, nos quais são oferecidos financiamentos para a construção deste sistema. No Brasil, esse método é mais utilizado nos estados do Nordeste onde, devido à

escassez de recurso hídrico, a população utiliza água captada das chuvas como alternativa de suprimento (ALT, 2009).

A fortaleza de Massada foi tomada dos judeus por Herodes, em 37 a.C e este, sendo construtor primoroso, construiu dois palácios com todo conforto e luxo da época: pisos de mosaicos, afrescos, colunatas e até uma piscina. Para garantir a autossuficiência de seu refúgio no deserto, Herodes mandou plantar hortaliças e grãos na montanha, além de construir enormes cisternas escavadas na pedra para coletar água da chuva, com capacidade para mais de 40 milhões de litros (ALT, 2009).

Gnadlinger (2000) afirma que no Irã se encontram os Abanbars (Figura 3), o tradicional sistema de captação de água de chuva comunitário.

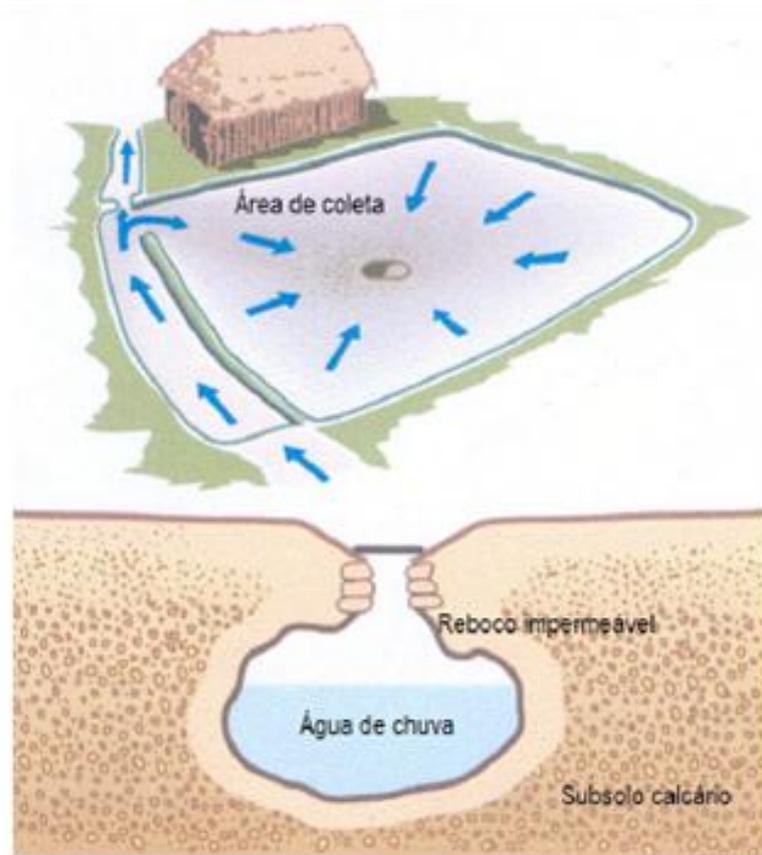
Figura 3 - Sistema de armazenamento de água no Irã: Abanbars



Fonte: Gnadlinger, 2000.

Por sua vez, os povos astecas e maias, da Península de Yucatán, hoje México, utilizavam técnicas pré-colombianas tradicionais de colheita e práticas de agricultura, que tinham por base o aproveitamento de água de chuva. As cisternas eram denominadas de Chultuns (figura 4), escavadas na própria rocha calcária nas encostas das montanhas e construídas com revestimento impermeável (GNADLINGER, 2000).

Figura 4 - Sistema de armazenagem de água no México pelos povos astecas e maias, nomeado Chultuns.



Fonte: Gnadlinger, 2000.

A captação de água da chuva, além de contribuir para o uso racional da água, minimiza o impacto das precipitações pluviais, podendo assim, em regiões de maior impermeabilização dos solos, ser enquadrada no conceito de medida não estrutural da drenagem urbana de Canholi (1995), o qual descreve tal medida como toda e qualquer ação que busca reduzir os danos ou consequências das inundações, não por intervenções constituídas por obras, mas fundamentalmente pela introdução de normas, regulamentos e programas que visem, por exemplo, o disciplinamento do uso e ocupação do solo, a implementação dos sistemas de apoio à conscientização da população, a manutenção dos diversos componentes do sistema de drenagem e outros.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Escola do Meio Ambiente (EMA) – Botucatu**

O presente trabalho foi desenvolvido mediante pesquisa exploratória à partir de literatura específica e informação de profissionais com experiência, atuação e conhecimento da realidade.

Esse projeto utilizou como base para futura implantação, a Escola do Meio Ambiente (EMA) que está localizada no município de Botucatu, na região centro-oeste do estado de São Paulo, pertencente à Secretaria Municipal de Educação de Botucatu. Foi inaugurada no dia 12 de abril de 2005 e desenvolve trabalho de sensibilização ambiental com alunos da rede pública e particular de ensino. Recebe também público adulto, portadores de deficiência visual, auditiva e a terceira idade. Em 2009 a escola recebeu o selo “Aqui se Brinca”, da Unilever e, em 2010 recebeu a certificação de “Escola Associada à UNESCO”.

Em sua área encontram-se duas hortas, um bosque educativo nomeado Frei Afonso, onde alunos e visitantes plantam mudas de árvores, remanescentes de floresta estacional semidecidual nomeada Floresta Municipal Irmãos Villas Bôas, vegetação característica de cerrado, fragmento de floresta paludosa e as nascentes e represa do ribeirão Lavapés, nomeada Represa Prof. Jorge Jim, além da sede (figuras 5,6 e 7), que serviu como base para este trabalho.

Figura 5 – Vista frontal da sede da EMA, Botucatu, 2012.



Figura 6 – Vista lateral interna da EMA, Botucatu, 2012.



Figura 7 – Vista lateral externa da sede da EMA, Botucatu, 2012.



### 3.2 Metodologia

Os cálculos para a verificação da viabilidade da implantação da cisterna foram realizados à partir da metodologia utilizada por Gouvea; Radavelli; Hurtado (2011). Foi estabelecida uma relação entre índice pluviométrico e volume de água captada com a área de captação (telhado), foram também levantados os equipamentos necessários para a instalação do sistema e os custos envolvidos para a implantação do mesmo, estabelecendo assim a viabilidade para a implantação de um sistema de captação de água pluvial na EMA.

Para o conhecimento da área do telhado da sede, que serviu de base para o projeto, foram utilizadas as equações 1, 2 e 3 embasadas nas medidas representadas na figura 8.

$$A_{\Delta} = \frac{b_1 \times h}{2} \quad (1)$$

Onde:

$A_{\Delta}$  = Área do triângulo (m<sup>2</sup>);

$b_1$  = Base do triângulo (m);

$h$  = Altura (m).

$$A_{\Delta} = \frac{(b_2+B) \times h}{2} \quad (2)$$

Onde:

$A_{\Delta}$  = Área do trapézio (m<sup>2</sup>);

$b_2$  = Base menor do trapézio (m);

$B$  = Base maior do trapézio (m);

$h$  = Altura (m).

$$A_T = (2 \times A_{\Delta}) + (2 \times A_{\Delta}) \quad (3)$$

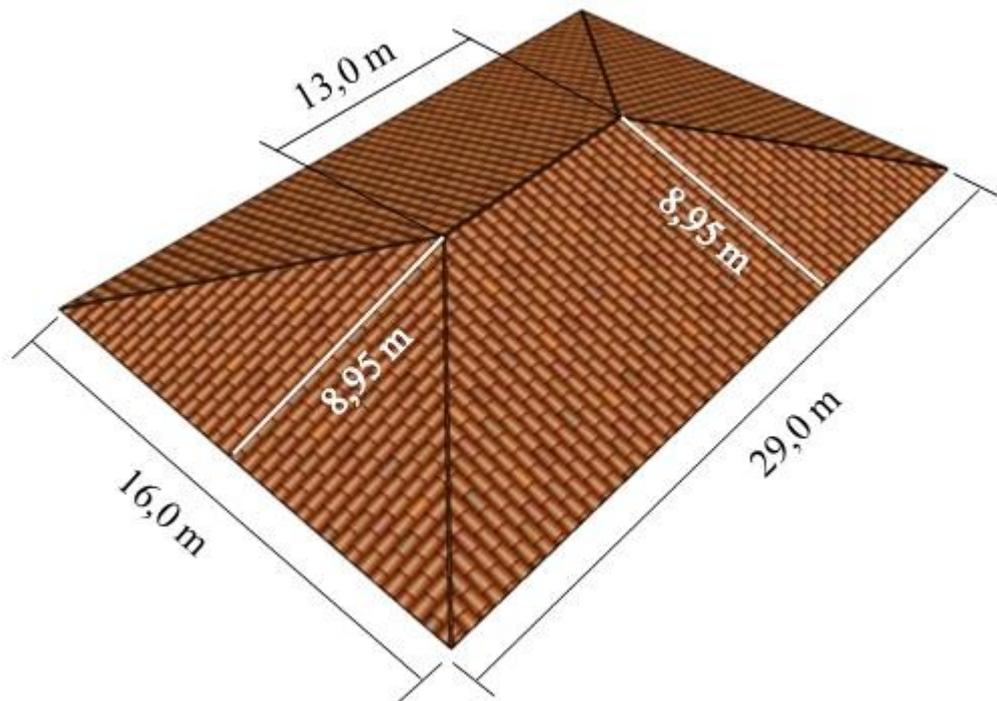
Onde:

$A_T$  = Área Total do Telhado (m<sup>2</sup>);

$A_{\Delta}$  = Área do triângulo (m<sup>2</sup>);

$A_{\Delta}$  = Área do trapézio (m<sup>2</sup>)

Figura 8 – Desenho do telhado da Sede da EMA com medidas em metros.



O índice pluviométrico analisado foi do período de junho de 2010 à julho de 2011, fornecido pela Faculdade de Ciências Agrônômicas (FCA) do campus da UNESP de Botucatu, conforme mostra a tabela 2.

Tabela 2 – Precipitação pluvial de julho de 2010 à junho de 2011 na cidade de Botucatu - SP

<b>Mês/Ano</b>	<b>Prec. Pluvial (mm)</b>
Julho/2010	55,3
Agosto/2010	0,0
Setembro/2010	63,1
Outubro/2010	56,1
Novembro/2010	139,4
Dezembro/2010	243,2
Janeiro/2011	712,3
Fevereiro/2011	188,1
Março/2011	163,5
Abril/2011	126,5
Mai/2011	16,5
Junho/2011	49,9
<b>Prec. Pluvial Anual</b>	<b>1813,8</b>

Fonte: UNESP - FCA (2012).

Para estimar o volume de água a ser captada, utilizou-se a equação 4. Ela contém um coeficiente de escoamento superficial chamado coeficiente de Runoff (C), sendo este calculado entre a água que esco superficialmente e o total de água precipitada.

$$V = Pa \times A_T \times C \quad (4)$$

Onde:

Pa = Precipitação Anual (L/m<sup>2</sup>);

A<sub>T</sub> = Área do Telhado (m<sup>2</sup>) ;

C = Coeficiente de Runoff

V = Volume de Água Anual Captada (L)

Para efeito de cálculo, o volume utilizado para o aproveitamento de água de chuva não é o mesmo que o precipitado. Portanto, há uma perda de carga por evaporação, mecanismos de autolimpeza e limpeza de material dos telhados (TOMAZ, 2006). A essa característica dá-se o nome de “Runoff”. O coeficiente de Runoff é usado variando entre 0,90 e 0,67. Todavia, o mais utilizado é uma média, 0,80 (TOMAZ, 2006).

Para estimar o valor do investimento da implantação do reservatório, somou-se o custo dos materiais utilizados, conforme a equação 5, sem considerar o valor da mão de obra, tendo em vista que os gastos com mão de obra já existem no orçamento fixo da EMA, existindo ou não a construção da cisterna.

$$I = \sum I_T \quad (5)$$

Onde:

I = Investimento para implantação da cisterna (R\$);

$I_T$  = Valor dos Itens necessários para implantação da cisterna (R\$).

A formação de um sistema de captação de água pluvial se dá por um conjunto de estruturas, composto pelo sistema de captação, sistema de filtragem e um reservatório de armazenamento. Os principais componentes para a captação de água pluvial são: calhas e condutores, reservatórios, bomba, filtro volumétrico, freio d'água, conjunto flutuante de sucção e sifão ladrão. Para isso, foram utilizados os valores da tabela 3.

Tabela 3 - Itens necessários para a implantação de uma cisterna com 3 reservatórios de 20.000 litros cada.

<b>ITENS</b>	<b>VALOR R\$</b>
3 Reservatório de 20.000 litros de fibra de vidro	12.690,00
Bomba de Recalque 1/4 HP	750,00
Conjunto flutuante de sucção	230,00
Filtro volumétrico	1.750,00
Freio D'água	150,00
Sifão Ladrão de 100mm	18,00
Calhas	672,30
Tubos e Conexões	220,00
<b>TOTAL</b>	<b>16.480,30</b>

Fonte: Rede Constru&Cia, 2012.

Cotação do dólar em dezembro de 2012 = R\$ 2,10

Para a obtenção do valor da tarifa que é cobrada pela concessionária por cada m<sup>3</sup> de água utilizada, foi analisada a tabela 4, fornecida pela própria SABESP, que é a concessionária fornecedora de água no município de Botucatu.

Tabela 4 - Tarifas dos serviços de água e esgoto da região de Botucatu, volume superior a 500 litros por mês.

<b>Volume de demanda contratada (L/mês)</b>	<b>Tarifa de água (R\$/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Tarifas de esgoto (R\$/m<sup>3</sup>)</b>
500 a 1.000	5,99	5,99
1.001 a 2.999	5,65	5,65
3.000 a 10.000	5,29	5,29
10.001 a 20.000	4,95	4,95
20.001 a 30.000	4,63	4,63
30.001 a 40.000	4,31	4,31
acima de 40.000	3,96	3,96

Fonte: SABESP, 2012.

Para obter o valor anual economizado com as tarifas da concessionária foi utilizada a equação 6.

$$VA = V \times T \quad (6)$$

Onde:

VA = Valor anual economizado (R\$/ano);

V = Volume de água anual captado (m<sup>3</sup>/ano);

T = Tarifa de água + esgoto (R\$/m<sup>3</sup>/ano) anual.

Para o cálculo do tempo de retorno sobre o investimento foi utilizada a equação 7.

$$ROI = \frac{I}{VA} \quad (7)$$

Onde:

ROI = Retorno sobre investimento (ano);

I = Investimento na implantação da cisterna (R\$);

VA = Valor anual economizado em tarifa (R\$/ano).

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Através das equações 1,2 e 3 obteve-se uma área total do telhado de 519,1 m<sup>2</sup>. Essa área serviu para estabelecer o volume de água pluvial captado e realizar o levantamento dos equipamentos necessários para a instalação de um sistema de captação.

Para calcular o volume de água pluvial captado, utilizou-se a fórmula da equação 4. Na cidade de Botucatu, onde a precipitação anual de julho de 2010 à junho de 2011, demonstrada na tabela 2, foi de 1.813,8 mm (1.813,8 L/m<sup>2</sup>), o volume anual de chuva para um telhado com 519,1 m<sup>2</sup>, utilizando C = 0,80 será de: V = 753.234,9 litros captados por ano.

Como o volume calculado considerou o volume anual de precipitação, dividiu-se este valor por 12 para encontrar o valor médio mensal de captação de água de chuva, que é de 62.769,6 litros/mês.

Considerando que a EMA de Botucatu tem uma área de telhado de 519,1 m<sup>2</sup> e que o volume de água captada é de 62.769,6 litros/mês, são necessários 3 reservatórios de 20.000 litros cada, para poder armazenar a maior parte da água coletada, sendo descartado o excesso de água quando as chuvas ultrapassarem a média.

Com isto, foram estimados os valores dos materiais para a construção da cisterna com 3 reservatórios para a cidade de Botucatu, desconsiderando a mão de obra, com intuito de utilizar a mão de obra local, e juntamente com a equação 5 e a tabela3, foi possível chegar à um investimento da implantação da cisterna, da ordem de R\$ 16.480,30.

Levando-se em conta que o uso da água para fins não potáveis na EMA fica em torno da média calculada, que é de 753.234,9 litros/ano ou 753,23 m<sup>3</sup>/ano, ou seja, 62.769,6 litros/mês, ou 62,77 m<sup>3</sup>/mês, e que a tarifa de água e esgoto cobrada pela concessionária, seja de R\$ 7,92/m<sup>3</sup>/mês, conforme a tabela 4, e através da equação 6 é possível chegar ao valor

mensal economizado com os serviços de água e esgoto de R\$ 497,14 e o valor anual economizado de R\$ 5.965,66.

Sendo assim é possível uma análise do tempo de amortização do investimento da aplicação da cisterna com 3 reservatórios através da equação 7, utilizando  $I = R\$ 16.480,30$  e o  $VA = R\$ 5.965,66/\text{ano}$ , chegando à um resultado de 2,76 anos, ou seja, levará em torno de 33 meses para haver um retorno total do investimento realizado inicialmente.

## 5 CONCLUSÃO

A Escola do Meio Ambiente de Botucatu possui condições favoráveis para a implantação de cisterna para captação de água pluvial. Com uma média anual de precipitação de 1.813,8 mm é possível com a área do telhado da sede da escola captar 753.234,9 litros por ano, ou seja, 62.769,6 litros/mês.

Com isso, a economia anual com tarifas de água e esgoto, que são cobradas pela concessionária, chegará em torno de R\$ 5.965,66 por ano. O investimento inicial gira em torno de R\$ 16.480,30, sendo esse valor para aplicação de uma cisterna com 3 reservatórios de 20.000L cada. Sendo assim, o tempo de amortização do investimento da aplicação da cisterna será, de aproximadamente, 33 meses, que equivale a 2 anos e 9 meses.

O tempo de retorno do investimento é relativamente curto, levando-se em consideração que a escola já tem 7 anos e meio de existência, o que torna muito atraente a implantação de sistema de captação de água pluvial.

Considera-se bom o uso dessa tecnologia porque é uma prática que gera resultados econômicos, ambientais e sociais, já que pode ser desenvolvida sem altos custos e possui um tempo de amortização curto, podendo ser desenvolvido em diferentes realidades.

Implantar este sistema de cisterna seria uma grande realização, pois iria diminuir os gastos, iria educar pequenos indivíduos do que é certo e, além de tudo, iria ajudar o meio ambiente, amenizando o impacto ambiental e a escassez de água. Não tem combinação melhor.

## REFERÊNCIAS

- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Instalações de Águas Pluviais**: NBR 10.844. Rio de Janeiro, 2010.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Tanques sépticos: unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos**: NBR 13.969. Rio de Janeiro, 1997.
- ALMEIDA, H. A. de.; SILVA, L.; COSTA FILHO, J.F. **Alternativa hídrica para o abastecimento de água potável no agreste paraibano**. In: XII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, Natal, RN, 2007, Anais, CD-ROM.
- ALT, R. **Aproveitamento de Água da Chuva para Áreas Urbanas e Fins Não Portáteis**. Set. 2009. Disponível em: <[http://www.trt24.jus.br/arq/download/comissoespublicacoes/COM86\\_Aproveitamento\\_de\\_a\\_gua\\_dachuva.pdf](http://www.trt24.jus.br/arq/download/comissoespublicacoes/COM86_Aproveitamento_de_a_gua_dachuva.pdf)>. Acesso em: 02/10/2012.
- CALIXTO, B. **Quanta água existe no planeta?** Revista Época Online, 08 Set. 2012. Disponível em: <<http://colunas.revistaepoca.globo.com/planeta/2012/05/08/quanta-agua-existe-no-planeta/>>. Acesso em: 20/10/2012
- CANHOLI, A. P. **Soluções estruturais não convencionais em drenagem urbana**. Tese (doutorado em Engenharia). Escola Politécnica. Universidade de São Paulo/SP, 1995.
- CARLON, M. R. **Percepção dos Atores Sociais Quanto as Alternativas de Implantação de Sistemas de Captação e Aproveitamento de Água de Chuva em Joinville-SC**. Mai. 2005. Disponível em: <<http://200.219.213.93/~crbio3/bancoimg/060321222148Dissertacaomarciacarlon.pdf>>. Acesso em: 08. Nov. 2012.
- CASARO, R. **Tesouro escapando entre os dedos**. Revista ecologia e desenvolvimento. Rio de Janeiro, ano 12, n.106. Ed. Terceiro Milênio, p.22 e 23, Março/Abril 2003.
- CITADIN, D. D. **estudo da viabilidade econômica do aproveitamento de água da chuva na escola municipal parque avenida de praia grande**. Unesc, Santa Catarina, 2010.
- COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **O Problema da escassez de água no mundo**. Disponível em: <[http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/gesta\\_escassez.asp](http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/gesta_escassez.asp)>. Acesso em: 23. Set. 2012
- CONAMA – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução N°357 de 17 de março de 2005**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso 12/09/2012
- FAO - **Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura**, Brasília, 2001. Disponível em: <<http://www.onu.org.br/onu-no-brasil/fao/>>. Acesso em: 25/10/2012
- FERNANDES, D. R. M.; MEDEIROS NETO, V. B. .; MATTOS, K. M. da C. Viabilidade econômica do uso da água da chuva: um estudo de caso da implantação de cisterna na UFRN/RN. **XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. A energia que move**

**a produção: um diálogo sobre integração, projeto e sustentabilidade**, Foz do Iguaçu-PR, 2007.

FONARO, A.; GUTZ, I.G.R. **Acid deposition and related atmospheric chemistry at the São Paulo Metropolis**. Brazil: Part II – Contribution of formic and acetic acids. São Paulo, 2000.

GALIZONI, F. M. **Programa um milhão de cisternas no semi-árido**, IX Encontro Nacional de Estudos Populacionais, Caxambu-MG 2004.

GARCEZ, L. N. **Elementos de engenharia hidráulica e sanitária**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1974.

GNADLINGER, J. Colheita de água da chuva em áreas rurais. **Fórum mundial da água.2.**, Haia, Holanda. Anais.. Haia, Holanda, 2000.

GONÇALVES, D. G.; MORAES, T. R. de; MENDES JÚNIOR, A. A. La viabilidad de la implantación de cisterna em la ciudad de Itaip/SP – Brazil, com la intención de reuso de las aguas de las lluvias. **Congreso Internacional Sobre Gestión y Tratamiento Del Agua**. Córdoba, AR, v.4, n.01-48, p.49, nov. 2012

GOUVEA, C. A. K.; RADAVELLI, A.C.M.A; HURTADO, A. L. B. Viabilidade de implantação de cisternas para captação de água de chuva – caso Joinville. **XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Inovação Tecnologia e Produtividade Intelectual: Desafios da Engenharia de Produção na Consolidação do Brasil no Cenário Econômico Mundial**, Belo Horizonte – MG, 2011.

GUANZIROLI, Carlos Enrique; **Agronegócio no Brasil: perspectivas e limitações**, Niterói/RJ, 2006.

GUILHERME, L. B.. **Aproveitamento das águas de chuva da cidade do Natal para fins potáveis**. Dissertação (Mestre) – Centro de tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, p. 141, Natal, 2006.

JALFIM, F. T. **Considerações sobre a viabilidade técnica da construção de cisternas no semi-árido**. III Simposio Brasileiro de Captação de água da chuva, Fortaleza, 2010.

LIMA, R. P.; MACHADO, T. G. **Aproveitamento de Água Pluvial: análise do custo de implantação do sistema em edificações**, Barretos,2008.

LEÃO, A. F. D.; CAMARGO, C. de; OLIVEIRA, F. de; MENDES JÚNIOR, A. A. Conservación Del Agua en el suelo en diferentes sistemas de gestión y ocupación. **Congreso Internacional Sobre Gestión y Tratamiento Del Agua**. Córdoba, AR, v.4, n.01-33, p.44, nov. 2012

NOGUEIRA, P. F. **Escassez de água**. 2006. Disponível em:  
<<http://www.uniagua.org.br/website/default.asp?tp=3&pag=reuso.htm>>. Acesso em 24 de Agosto de 2012

OLIVEIRA, E. R. **Especialistas de 11 países discutem em Petrolina desenvolvimento sustentável das regiões áridas e semi-áridas.** São Paulo, 2006 Disponível em <<http://www.abes-sp.org.br/noticias1/index.pho?id=135>>. Acesso em 02 de abril de 2012.

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Comunicado à população.** Brasília,2006. Disponível em: <<http://www.onu.org.br>>. Acesso em: 05/09/2012.

PERDOMO, C. C.; OLIVEIRA, P. A. V. de; KUNZ, A.. **Planejamento, Construção e Operação de Cisternas para Armazenamento da Água da Chuva.** 2005. Disponível em: <<http://www.hidro.ufcg.edu.br/twiki/pub/ChuvaNet/ChuvaTrabalhosPublicados/PlanejamentoConstruoeOperaodeCisternasparaArmazenamentodaguadaChuva.pdf>>. Acesso em: 25. Ago. 2012.

POSTEL, S. L. **Human appropriation of renewable fresh water.** São Paulo, 2001.

REDE CONSTRU&CIA. **Lista de preços de materiais.** Campo Grande, 2012.

REBOUÇAS, A. da C. **Água no Brasil: abundância, desperdício e escassez.** Bahia Análise & Dados, v. 13, n. Especial, p. 341-345, 2003.

SABESP - COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Comunicado 04/12.** São Paulo, 2012

SILVEIRA,B. Q. da.**Reuso da água pluvial em edificações residenciais: Tecnologia e Produtividade das Construções.**2008.Monografia(Curso de Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia da UGMG)-Universidade Federal de Minas Gerais,Belo Horizonte- MG.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis.** São Paulo, 2003.

TOMAZ P. **Aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis.** 2.ed. Navegar, São Paulo. 2006.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis.** Campinas, SP: ABNT, 2009.

TRIGUEIRO, A. **O desafio de levar água para todos.** Revista Senac e educação ambiental. Rio de Janeiro, n. 1, janeiro/abril 2003, p. 8-12, 2003.

UNESP – FCA – FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS. **Dados Pluviométricos de 2010/2011.** Botucatu/SP, 2012

VILLIERS, M. **Água: Como o uso deste precioso recurso natural poderá acarretar a mais séria crise do século XXI.** Rio de Janeiro: Ediouro, 2002.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** Princípios de tratamento biológico de água residuárias; v1. 2.ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – Universidade de Minas Gerais, 1996.

YOSHINAGA, K. **FAO Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura, Relatório de 2.001**, Brasília, 2.002. Disponível em: <<http://www.onu.org.br/onu-no-brasil/fao/>> Acesso em: 23/10/2012

3P TECHNIK DO BRASIL LTDA. **Água Limpa – Temos algo a dizer!**. Mar. 2010. Disponível em: <<http://www.agua-de-chuva.com/brazil/index.php?content=agualimpa>>. Acesso em: 31/09/2012

Botucatu, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_

---

Fernanda de Oliveira

De Acordo:

---

Prof. Ms. Antônio Aparecido Mendes Junior  
Orientador

---

Prof. Dr. Osmar Delmanto  
Coordenador do Curso de Agronegócio