

**CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA  
DIRETORIA DE ENSINO  
CENTRO DE ENSINO BOMBEIRO MILITAR  
ACADEMIA BOMBEIRO MILITAR**

**THIAGO BERNARDES MACCARINI**

**A UTILIZAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL NO COMBATE A INCÊNDIO NO CORPO DE  
BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA**

**FLORIANÓPOLIS  
SETEMBRO 2015**

**Thiago Bernardes Maccarini**

**A utilização de água pluvial no combate a incêndio no Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina**

Monografia apresentada como pré-requisito para conclusão do Curso de Formação de Oficiais do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina.

**Orientador(a): Maj BM Alexandre Vieira**

**Florianópolis  
Setembro 2015**

CIP – Dados Internacionais de Catalogação na fonte

---

- M123u Maccarini, Thiago Bernardes  
A utilização de água pluvial no combate a incêndio no Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina. / Thiago Bernardes Maccarini -- Florianópolis: CEBM, 2015.  
56 f. : il.
- Monografia (Curso de Formação de Oficiais) – Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina, Centro de Ensino Bombeiro Militar, Curso de Formação de Oficiais, 2015.  
Orientador: Maj. BM Alexandre Vieira, Esp.
1. Sustentabilidade. 2. Sistema de captação. 3. Água pluvial. 4. Caminhões de combate a incêndio. 5. Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina. I. Vieira, Alexandre. II. Título.

CDD 628.445

Thiago Bernardes Maccarini

A utilização de água pluvial no combate a incêndio no Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina

Monografia apresentada como pré-requisito para conclusão do Curso de Formação de Oficiais do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina.

Florianópolis (SC), 06 de Outubro de 2015.

---

Maj BM Alexandre Vieira – Esp.  
Professor Orientador

---

1º Ten BM Fábio Fregapani Silva– Esp.  
Membro da Banca Examinadora

---

2º Ten BM Wagner Alberto de Moraes – Msc.  
Membro da Banca Examinadora

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço à Mariana e aos meus pais pela paciência e carinho nos melhores e nos piores momentos.

Agradeço ao meu orientador, Major Alexandre Vieira, pela confiança, liberdade e suas contribuições.

Agradeço a todos que contribuíram e a todos que atrapalharam. Aprendi muito com ambos.

Agradeço aos 17 grandes amigos e irmãos que tive o prazer de conhecer.

## RESUMO

O presente trabalho faz um estudo sobre a utilização de água pluvial no combate a incêndio e outros fins, no Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina. Para obtenção dos dados foram consultados os índices pluviométricos do município de Florianópolis/SC e também levantados dados referentes ao volume de água pluvial que poderia ser captada pelos quartéis do município, caso houvesse um sistema de captação instalado no telhado. Foram coletados também dados referentes ao volume de água utilizado pelos caminhões de combate a incêndio mais utilizados por cada quartel no período entre 1 de janeiro de 2008 e 31 de dezembro de 2014. Conclui-se que o volume de água pluvial que poderia ser captado seria suficiente para suprir a quantidade de água utilizada pelas viaturas no período analisado. A utilização de água pluvial no combate a incêndio possui vantagens e desvantagens e trata-se de uma ação de responsabilidade social, que visa o uso adequado de um recurso natural que encontra-se atualmente em crise no cenário mundial.

**Palavras-chave:** Sustentabilidade. Água pluvial. Sistema de captação.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1 - Projetos de Leis federais acerca do aproveitamento da água da chuva.....	18
Gráfico 1 - Volume de água utilizado por viatura.....	39
Gráfico 2 - Volume de água pluvial potencialmente captado pelas OBMs de Florianópolis.	40
Gráfico 3 - Comparação entre o volume de água utilizado no combate a incêndio em Florianópolis e o volume de água pluvial potencialmente captado na OBM Estreito.....	41
Gráfico 4 - Valor anual que cada viatura consome em água para combate a incêndio.....	42
Figura 1 - Calha para telhado feita de PVC.....	46
Figura 2 - Condutor vertical circular feito de PVC.....	47
Figura 3 - Esquadro 90° feito de PVC.....	48

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Consumo médio de água no Brasil.....	23
Tabela 2 - Coeficientes multiplicativos da vazão de projeto.....	29
Tabela 3 - Médias mensais de precipitação para o município de Florianópolis dos últimos trinta anos.....	35
Tabela 4 - Volume de água em litros que foi utilizado por ano por viatura na OBM Barra da Lagoa.....	36
Tabela 5 - Volume de água em litros que foi utilizado por ano por viatura na OBM Canasvieiras.....	37
Tabela 6 - Volume de água em litros que foi utilizado por ano por viatura na OBM Centro...	38
Tabela 7 - Volume de água em litros que foi utilizado por ano por viatura na OBM Trindade	40
Tabela 8 - Volume de água em litros que foi utilizado por ano por viatura na OBM Estreito.	41
Tabela 9 - Volume de água captado e volume de água utilizado pelas OBMs de Florianópolis .....	43

## **LISTA DE SIGLAS**

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

CBMSC – Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina

CF – Constituição Federal

OBM – Organização Bombeiro Militar

ONU – Organização das Nações Unidas

PL – Projeto de Lei

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>1.1 Problema.....</b>	<b>12</b>
<b>1.2 Hipóteses.....</b>	<b>12</b>
<b>1.3 Objetivos.....</b>	<b>12</b>
1.3.1 Objetivo geral.....	12
1.3.2 Objetivos específicos.....	13
<b>1.4 Justificativa.....</b>	<b>13</b>
<b>2 MEIO AMBIENTE E A LEGISLAÇÃO BRASILEIRA.....</b>	<b>15</b>
<b>2.1 Legislação referente o aproveitamento da água da chuva.....</b>	<b>16</b>
<b>3 SUSTENTABILIDADE.....</b>	<b>20</b>
<b>3.1 Responsabilidade social.....</b>	<b>21</b>
<b>4 USO DA ÁGUA POTÁVEL E NÃO-POTÁVEL.....</b>	<b>23</b>
<b>5 APROVEITAMENTO ÁGUA PLUVIAL NO MUNDO.....</b>	<b>25</b>
<b>5.1 Sistema de captação de água pluvial.....</b>	<b>27</b>
<b>6 METODOLOGIA.....</b>	<b>33</b>
<b>7 RESULTADOS.....</b>	<b>36</b>
<b>7.1 Volume de água utilizado por viatura.....</b>	<b>41</b>
<b>7.2 Volume de água potencialmente captado por OBM.....</b>	<b>42</b>
<b>7.3 Volume de água utilizado e volume de água potencialmente captado.....</b>	<b>43</b>
<b>7.4 Valor em moeda da água pluvial.....</b>	<b>44</b>
<b>8 DISCUSSÃO.....</b>	<b>46</b>
<b>9 CUSTO PARA IMPLEMENTAÇÃO.....</b>	<b>49</b>
<b>10 CONCLUSÃO.....</b>	<b>53</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>55</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A profissão de bombeiro surgiu originalmente no mundo para uma finalidade: combater incêndios. Com o decorrer das décadas, as funções do bombeiro aumentaram e envolveram diversas outras formas de atuar na segurança, resgate e atendimento ao público.

Essa diversificação da função também é verdade para o Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina (CBMSC). Mas apesar dessa grande diversidade de atuações, um dos grandes pilares do CBMSC ainda é o combate a incêndio e, assim sendo, uma enorme quantidade água é empregada todo ano nessa atividade por todo o estado.

A água utilizada na atividade de combate a incêndio na maioria das vezes é abastecida por meio de um hidrante, que por sua vez recebe a água da rede pública. Ou seja, a água que é empregada para extinguir incêndios é a mesma que sai das torneiras e chuveiros dos estabelecimentos residenciais e comerciais.

A água é um recurso natural renovável, ou seja, em teoria esse recurso é infinito devido a um ciclo que a renova continuamente. Porém, essa água não é distribuída igualmente ao redor do mundo e não é toda a água que pode de fato ser utilizada e consumida pela população humana. Além disso, a população mundial, e portanto seu consumo, aumenta anualmente e a produção de alimentos e outros bens demanda uma quantidade de água ainda maior do que a utilizada nas residências. Por isso, hoje é possível afirmar que o mundo atravessa uma verdadeira crise hídrica.

A Declaração Universal dos Direitos da Água, elaborada pela Organização das Nações Unidas (ONU) em 1992, com o objetivo de todos desenvolverem o respeito aos direitos e obrigações nela enunciados. O art. 3 preceitua que “os recursos naturais de transformação da água em água potável são lentos, frágeis e muito limitados. Assim sendo, a água deve ser manipulada com racionalidade, precaução e parcimônia” (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 1992).

Assim, o uso da água de forma responsável é responsabilidade intransferível para todos, em todos os níveis e setores da sociedade. Nesse contexto, o CBMSC pode contribuir ao construir mecanismos para utilizar outras fontes de água que não sejam a pública, como por exemplo, coletando e utilizando a água da chuva para abastecer os caminhões de combate a incêndio. Portanto, este trabalho pretende verificar se a captação e aproveitamento da água pluvial para utilização nos caminhões de combate a incêndio nos quartéis do CBMSC poderia suprimir o consumo de água da rede pública do mesmo

## **1.1 Problema**

Considerando que a escassez de água é um problema de dimensão mundial e cada vez mais atual, seria possível os quartéis do CBMSC armazenarem água proveniente da chuva e a reutilizarem nas ocorrências de combate a incêndio? Em que medida a água proveniente de hidrantes utilizada pelo CBMSC em operações de combate a incêndio poderá ser substituída por água da chuva? A água pluvial captada poderia ser utilizada para outros fins nos quartéis do CBMSC?

## **1.2 Hipóteses**

Ao considerar a área de cobertura de captação (telhado) e a precipitação do município de Florianópolis, é possível aferir a quantidade de água pluvial que poderia ser coletada mensalmente por cada Organização Bombeiro Militar (OBM) localizada no município. Ao analisar estes dados em conjunto com a quantidade média de água utilizada pelos caminhões de combate a incêndio de cada OBM, é possível que essas OBMs sejam sustentáveis em relação ao uso de água utilizada em ocorrências de incêndio?

## **1.3 Objetivos**

Com o intuito de atender ao problema de pesquisa supracitado, faz-se necessário esclarecer o propósito da pesquisa. Deste modo, foram traçados os seguintes objetivos a serem atingidos pela revisão teórica e estudo de caso.

### **1.3.1 Objetivo geral**

Realizar um estudo de sustentabilidade para analisar se é possível que as OBMs do município de Florianópolis substituam integralmente o uso de água da rede pública para suas operações de combate a incêndio pela água pluvial coletada através mecanismos adequados instalados nas mesmas.

### 1.3.2 Objetivos específicos

- a) Revisar a bibliografia sobre a utilização da água pluvial no mundo;
- b) Determinar a quantidade de água pluvial que pode ser captada pelas OBMs situadas no município de Florianópolis;
- c) Verificar a quantidade de água pluvial utilizada anualmente nos caminhões de combate a incêndio mais utilizados nas OBMs de Florianópolis;
- d) Avaliar a possibilidade dos caminhões de combate a incêndio das OBMs do estudo serem sustentáveis, no sentido de quantidade de água da chuva que poderia ser captada e da quantidade de água que é utilizada;
- e) Analisar a possibilidade da água pluvial captada ser utilizada para outros fins;
- f) Averiguar os custos do material necessário para se instalar um sistema de captação de água pluvial.

### 1.4 Justificativa

A pertinência do atual trabalho vem, entre outras, da atual crise hídrica por qual, não só o Brasil passa, mas também o resto do mundo. O caso do estado de São Paulo no início de 2015 deve ser considerado como um sinal de atenção do que pode vir a ser a realidade das maiores cidades brasileiras em um curto prazo de tempo e várias outras a médio prazo.

O tema sustentabilidade atualmente encontra-se com relevância e destaque na sociedade que, cada vez mais, tem acesso à informação e consciência dos problemas mundiais. A sociedade possui expectativas quanto a mudanças e o CBMSC, como instituição pública, pode servir de exemplo. A utilização da água pluvial coletada na área do próprio quartel e empregada no combate a incêndio, no lugar de milhares de litros de água tratada, seria um exemplo de responsabilidade e dedicação para a sociedade.

Evitar o desperdício de água não é importante apenas para aliviar o estoque de água que a sociedade pode usar, mas também para a preservação meio ambiente. A missão do CBMSC é de “prover e manter serviços profissionais e humanitários que garantam a proteção da vida, do patrimônio e do meio ambiente, visando proporcionar qualidade de vida à sociedade”. Todavia, nenhuma estrutura formal voltada às finalidades de proteção e conservação dos ecossistemas, nem mesmo projetos ou planejamentos específicos na área ambiental (MURER, 2009).

Tendo em vista o supracitado, o estudo contribuirá não só com a economia de água tratada, mas com a imagem do CBMSC perante a sociedade e a proteção ao meio ambiente.

## 2 MEIO AMBIENTE E A LEGISLAÇÃO BRASILEIRA

No Brasil, as leis que regem sobre a proteção do meio ambiente surgiram através de diversas normas esparsas que: estabeleciam as normas de controle da exploração vegetal, disciplinavam o uso do solo e água de rios e regulamentavam a caça, a pesca e o uso do fogo (JUNG, 2011). Algum tempo depois, em 1916, o Código Civil apresenta em sua Seção V, o artigo 554 que diz: “o proprietário, ou inquilino de um prédio tem o direito de impedir que o mau uso da propriedade vizinha possa prejudicar a segurança, o sossego e a saúde dos que o habitam” (BRASIL, 1916). Apesar de focar na questão de propriedade, o artigo restringe o uso nocivo da propriedade, sendo um importante marco para a proteção ao meio ambiente no Brasil.

A expressão “ecológico” é utilizado pela primeira vez em um texto constitucional, na Emenda Constitucional 1/1969. Suas antecessoras, as Constituições brasileiras dos anos de 1946 e de 1967, não regiam sobre o meio ambiente e nem utilizavam essa nomenclatura. O artigo 172 da Constituição Federal (CF) de 1969 diz: “A lei regulará, mediante prévio levantamento ecológico, o aproveitamento agrícola de terras sujeitas a intempéries e calamidades. O mau uso da terra impedirá o proprietário de receber incentivos e auxílios do Governo”. Essa preocupação com o meio ambiente e com os recursos dele provenientes aumentou nos próximos anos seguintes no Brasil, por forte influência internacional, em especial por parte da Conferência de Estocolmo em 1972, que alertou os países sobre o esgotamento de recursos naturais e suas possíveis consequências (MACHADO, 2013).

A Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 foi a primeira Constituição brasileira em que a expressão “meio ambiente” é mencionada. As disposições sobre o meio ambiente estão distribuídas por vários e diversos títulos e capítulos. O artigo 5º, inciso LXXIII, prevê que a ação popular permite que qualquer cidadão ingresse com a referida ação com o intuito de anular ato lesivo ao meio ambiente e ao patrimônio histórico e cultural. Todavia, é no Título VIII da CF, que versa sobre a Ordem Social, em seu capítulo VI, intitulado “Do Meio Ambiente”, que contém seis parágrafos, podendo ser observada uma verdadeira evolução do tema dentro da legislação brasileira (BRASIL, 1988).

O primeiro artigo do Título, o 225, *caput*, diz: “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”. É importante destacar que o artigo deixa

claro que a responsabilidade pela manutenção do meio ambiente ecologicamente equilibrado é tanto da coletividade quanto do Poder Público, representado por todos os seus entes: federal, estadual e municipal (BRASIL, 1988).

Embora o CBMSC, instituição pertencente à esfera estadual, possua como missão institucional “prover e manter serviços profissionais e humanitários que garantam a proteção da vida, do patrimônio e do meio ambiente, visando proporcionar qualidade de vida a sociedade”, não existe nada em sua estrutura formal que seja voltado às finalidades de proteção e conservação dos ecossistemas. Apesar de participar de ações voltadas à proteção da natureza, como prevenção e combate a incêndios florestais, não existem projetos ou planejamentos específicos na área ambiental. A formalização deste tipo de atividades é importante para que estas se tornem mais abrangentes e menos esparsas (MURER, 2009).

## 2.1 Legislação referente o aproveitamento da água da chuva

O Decreto 24.643 de 1934 regula a utilização das águas para o uso industrial, para a produção de energia e também o uso da água pluvial. O Título V, intitulado Águas Pluviais, lê-se da seguinte forma:

Art. 102. Consideram-se águas pluviais, as que procedem imediatamente das chuvas.

Art. 103. As águas pluviais pertencem ao dono do prédio onde caírem diretamente, podendo o mesmo dispor delas a vontade, salvo existindo direito em sentido contrário.

Parágrafo único. Ao dono do prédio, porém, não é permitido:

1º. desperdiçar essas águas em prejuízo dos outros prédios que delas se possam aproveitar, sob pena de indenização aos proprietários dos mesmos;

2º. desviar essas águas de seu curso natural para lhes dar outro, sem consentimento expresso dos donos dos prédios que irão recebê-las.

Art. 104. Transpondo o limite do prédio em que caírem, abandonadas pelo proprietário do mesmo, as águas pluviais, no que lhes for aplicável, ficam sujeitas as regras ditadas para as águas comuns e para as águas públicas.

Art. 105. O proprietário edificará de maneira que o beiral de seu telhado não despeje sobre o prédio vizinho, deixando entre este e o beiral, quando por outro modo não o possa evitar, um intervalo de 10 centímetros, quando menos, de modo que as águas se escoem.

Art. 106. É imprescritível o direito de uso das águas pluviais.

Art. 107. São de domínio público de uso comum as águas pluviais que caírem em lugares ou terrenos públicos de uso comum.

Art. 108. A todos é lícito apanhar estas águas.

Parágrafo único. Não se poderão, porém, construir nestes lugares ou terrenos, reservatórios para o aproveitamento das mesmas águas sem licença da administração (BRASIL, 1934).

Em 1997, foi promulgada a Lei 9.433 que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos. Ficou conhecida como a Lei das Águas e forneceu instrumentos para melhorar a gestão sistemática do recurso.

A captação de água de chuva tem uma relação indireta com os objetivos dessa Política, já que estimula o uso racional e ao mesmo tempo previne contra os eventos hidrológicos críticos, tanto às secas, devido à promoção da reserva, quanto às inundações, devido à diminuição do escoamento superficial. A inclusão da captação de água de chuva no Plano, indica o esforço da política de recursos hídricos na busca da transversalidade e no gerenciamento integrado das águas. (SENRA; BRONZATTO; VENDRUSCOLO, 2007)

Não há nenhuma outra lei brasileira que verse sobre o tema especificamente em nível federal, todavia existem Projetos de Lei (PL) que tramitam no Senado Federal. Destacam-se os Projetos de Lei nº 411/2007 e nº432/2011: o primeiro institui mecanismos de estímulo à instalação de sistemas de coleta, armazenamento e utilização de águas pluviais. O segundo versa sobre a reutilização de águas servidas em edificações públicas e privadas e estimula a adoção de medidas voltadas para o amortecimento e a retenção das águas pluviais em áreas urbanas, por meio do aproveitamento da água precipitada. Não existe até o momento nenhum normativo jurídico para a regulação de um programa nacional com o objetivo de captar e utilizar as águas pluviais (VELOSO; MENDES, 2013). Também destaca-se o Projeto de Lei 7818/2014 que torna obrigatória a inclusão de sistemas de captação de água pluvial em projetos de obras públicas e particulares de determinado tamanho e traz incentivos de financiamento para tal. (Quadro 1).

Apesar de não haver legislação federal que aborde a matéria, em termos estaduais a história é diferente, em particular no caso do estado de Santa Catarina. O Decreto nº 099, de 1º de março de 2007, torna obrigatória a instalação de sistema de captação de água da chuva em construções novas e reformas de prédios públicos:

Art. 1º. Todas as construções novas e reformas de prédios públicos deverão prever sistema para captação de águas pluviais, coletadas por telhados, coberturas, terraços e pavimentos descobertos.

Art. 2º. Todas as construções privadas, beneficiadas por incentivos ou financiamentos de órgãos do Governo do Estado, deverão ter seus projetos arquitetônicos e de engenharia final em conformidade com artigo 1º deste Decreto. (SANTA CATARINA, 2007)

Na motivação do decreto, o Governador da ocasião, Luiz Henrique da Silveira, enumera uma série de motivos do porque da importância da captação desse recurso. Pode-se destacar a preocupação com a água no caso de secas e a captação e retenção das águas pluviais para evitar e/ou minimizar as enchentes:

Considerando que as mudanças climáticas ocorridas nos últimos anos, consequência do aquecimento global, revela um quadro agravante e que vêm acentuando a ocorrência de estiagens, trazendo grandes prejuízos à economia catarinense; Considerando que o sistema de captação e retenção de águas pluviais contribui na redução da velocidade de escoamento de águas para as bacias hidrográficas em áreas urbanas, com alto coeficiente de impermeabilização do solo e dificuldade de

drenagem, no controle de ocorrências de inundações, amortecimento e minimização dos problemas das vazões de cheia e conseqüentemente, na extensão de prejuízos; e, na redução do consumo e uso adequado da água potável tratada;

Considerando que o aumento de impactos e riscos ao setores agropecuário e agrícola, devido as maiores incertezas no comportamento térmico e hídrico do território catarinense;

Considerando que o aumento na intensidade e frequência de eventos extremos, tais como: ondas de calor mais intensas no inverno (alteradas por eventos extremos de frio) e períodos de estiagem mais prolongados;

Considerando que a evapotranspiração maior, requerendo sistemas de reservatórios de água para abastecimento humano, agrícola e pecuário; [...]

(SANTA CATARINA, 2007)

Quadro 1 - Projetos de Leis federais acerca do aproveitamento da água da chuva

Projeto de Lei	Ementa
PL 7818/2014	Define normas e incentivos econômicos para a captação e a reutilização da água das chuvas em municípios com mais de 100 mil habitantes e em cidades com histórico de enchentes ou seca.
PL 4109/2012	Institui o Programa Nacional de Conservação, Uso Racional e Reaproveitamento das Águas.
PL 2457/2011	Altera a Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001 da Cidade), e a Lei nº 4.380, de 21 de agosto de 1964, que dispõe sobre o Sistema Financeiro da Habitação, para instituir mecanismos de estímulo à instalação de sistemas de coleta, armazenamento e utilização de águas pluviais em edificações públicas e privadas.
PL 1310/2011	Dispõe sobre a Política Nacional de Gestão e Manejo Integrado de Águas Urbanas e dá outras providências.
PL 682/2011	Torna obrigatória a execução de reservatório para as águas coletadas por coberturas e pavimentos em lotes, edificados ou não, nas condições que menciona, e dá outras providências.
PL 242/2011	Dispõe sobre a utilização de energia solar e reaproveitamento da água da chuva na construção de habitações populares.
PL 2565/2007	Dispõe sobre a instalação de dispositivos para captação de águas de chuvas em imóveis residenciais e comerciais.
PL 1069/2007	Dispõe sobre a contenção de águas de chuvas nas áreas urbanas.
PL 6250/2009	Dispõe sobre a utilização de energia solar e reaproveitamento da água da chuva na construção de habitações populares
PL 3322/2004	Dispõe sobre a obrigatoriedade de reservatórios ou cisternas para o acúmulo de água da chuva no território brasileiro.
PL 2750/2003	Estabelece o uso eficiente das águas e dá outras providências.

Fonte: Veloso e Mendes (2013)

Em Curitiba, Paraná, existe lei semelhante, que também trata da implantação de sistemas de captação de água da chuva. A lei 10.785, de 18 de setembro de 2003, criou o Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações – PURAE, que tem como

objetivo instituir medidas visando induzir à conservação, uso racional e utilização de fontes alternativas para captação de água nas novas edificações, bem como a conscientização dos usuários sobre a importância da conservação da água. Os artigos 7º e 10º da referida lei seguem dessa forma:

Art. 7º. A água das chuvas será captada na cobertura das edificações e encaminhada a uma cisterna ou tanque, para ser utilizada em atividades que não requeiram o uso de água tratada, proveniente da Rede Pública de Abastecimento, tais como: a) rega de jardins e hortas, b) lavagem de roupa; c) lavagem de veículos; d) lavagem de vidros, calçadas e pisos.

Art. 10. O não cumprimento das disposições da presente lei implica na negativa de concessão do alvará de construção, para as novas edificações (CURITIBA, 2003).

Essa tendência observada em alguns municípios brasileiros segue o exemplo de outros países, como por exemplo Tóquio, Japão, onde o governo criou uma lei que:

Obriga a todos os prédios que possuam área superior a 30.000 m<sup>2</sup> ou que utilize mais de 100 m<sup>3</sup> por dia de água para fins não potáveis, façam a utilização da água de chuva. É exigido também que se construam reservatórios que retenha a água em áreas de terrenos maiores que 10.000m<sup>2</sup> ou em edifícios que possuam mais que 3.000m<sup>2</sup> de área construída (TOMAZ, 2003).

### 3 SUSTENTABILIDADE

O conceito de sustentabilidade foi originalmente forjado pela área da silvicultura, em que basicamente significava que nunca deveria ser extraído mais da floresta do que ela poderia oferecer de nova matéria orgânica na temporada seguinte (WIERSUM, 1995 *apud* KUHLMAN; FARRINGTON, 2010). Em algum tempo, o conceito, embora não com o nome atual, começou a ser abordado por vários diferentes ramos da ciência, e Thomas Malthus, em 1798, publicou seu trabalho mais famoso acerca do tema. O trabalho intitulado “Um Ensaio sobre o Princípio da População” discorria sobre o crescimento populacional mundial que seria geométrico, enquanto a produção de alimentos se dá de forma aritmética, muito mais lenta. O resultado desses diferentes tipos de crescimento seria a consequente falta de alimento, o que gera sérios problemas sociais, econômicos e ambientais.

Uma analogia pode ser feita com outro recurso utilizado amplamente pela humanidade: a água. A água é considerada um recurso natural renovável por possuir um ciclo que se repete constantemente, e a água que é utilizada fica disponível novamente após certo tempo. Entretanto, isso não é inteiramente verdade, uma vez que ser um recurso renovável não significa ser um recurso infinito e interminável (FROM..., 2014). Quando um recurso é utilizado, muitas vezes ele é transformado ou alterado em algo que não pode ser aproveitado, assim como a lenha, que é queimada para gerar calor e por entropia vira cinzas, basicamente inútil para as atividades humanas. Os recursos naturais não conseguem se renovar na mesma taxa que a população cresce, e eventualmente não será possível garantir a oferta de recursos, inclusive água, para sua utilização (FROM..., 2014). É por essa razão que hábitos sustentáveis, por parte de todos, são importantes nesse momento que o mundo atravessa.

Sustentabilidade é um tema que ganhou notoriedade depois que “desenvolvimento sustentável” foi definido pelo Relatório Brundtland (COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1987) como o “desenvolvimento que satisfaz as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades”. Esse conceito tem sido utilizado em diversos contextos, inclusive na exploração de recursos naturais (INYANG et al., 2009).

A redução ou esgotamento de um recurso pode trazer severos problemas em diferentes dimensões. A redução da oferta de um recurso significa que este fica mais raro e portanto seu custo aumenta, gerando um transtorno econômico e social, uma vez que nem todos tem condições de obtê-lo. Já o eventual esgotamento de um recurso pode acarretar em problemas não solucionáveis dependendo no quão importante é o recurso. No caso da água, os

problemas seriam da maior grandeza, uma vez que a água potável é indispensável para o consumo humano e também para diversas atividades corriqueiras como agricultura, indústria e pecuária.

O progresso em cada uma das três dimensões do desenvolvimento sustentável – social, econômica, ambiental – está vinculado às restrições impostas por recursos hídricos limitados e muitas vezes vulneráveis, e à forma como tais recursos são geridos para provisionar serviços e benefícios (UNESCO, 2015).

A gestão de recursos hídricos é responsabilidade de muitos tomadores de decisão nos setores público e privado (UNESCO, 2015) e o CBMSC, como um dos atores envolvidos nesse cenário, deve também contribuir para o desenvolvimento sustentável. Uma das maneiras de se efetuar isso é a implementação de medidas sustentáveis nas atividades rotineiras tanto do serviço operacional quanto no expediente diário.

### **3.1 Responsabilidade social**

Responsabilidade social é um conceito bastante discutido pelos pensadores e bastante controverso no meio acadêmico. É o comprometimento da entidade na contribuição para o desenvolvimento da comunidade na qual está inserida, melhorando a qualidade de vida de seus habitantes e, possivelmente, de toda a sociedade. Seu conceito está intimamente associado a questões éticas e pode ser definido de várias maneiras, significa tratar as partes interessadas da empresa eticamente ou de forma responsável. Ashley (2002) define responsabilidade social como o compromisso de uma organização com a sociedade, expresso por meio de atos e atitudes que a afetem positivamente, agindo de forma proativa e coerente no que se refere ao seu papel específico na sociedade.

Responsabilidade social envolve não só as pessoas e o ambiente da organização, mas também as pessoas de maneira geral, inclusive aquelas que nunca ouviram falar da empresa e até mesmo de quem nem nasceu ainda (BARROS NETO, 2005).

A organização não pode se imaginar como uma entidade alheia ao seu meio, como se só existisse pra prover um serviço ou para alcançar lucro. A entidade faz parte do meio, sendo responsável direta por sua manutenção, crescimento e por sua expansão quando se diz respeito a operações. Portanto, não é apenas por motivos éticos que uma empresa deve contribuir positivamente com a sociedade, mas até mesmo por motivos econômicos e de imagem, uma vez que uma empresa que notoriamente contribui com o seu meio se torna muito mais atrativa para o seu consumidor do que uma que não contribui da mesma forma.

O CBMSC, como uma organização pública, não precisa se tornar mais atrativo para seu consumidor em termos econômicos de forma direta. Todavia, como qualquer outra organização inserida em um meio, conjuntamente com o resto da sociedade, tem o dever e a responsabilidade de utilizar de forma responsável os recursos naturais.

Provavelmente o recurso natural mais utilizado pelo CBMSC é a água, uma vez que uma de suas principais atividades é o combate a incêndios, sejam eles estruturais ou florestais. Logo, o CBMSC, assim como todos os corpos de bombeiros do mundo, deve administrar de forma responsável o uso da água. Portanto, se puder minimizar ou parar de utilizar água potável que poderia ser consumido ou utilizado para fins mais específicos e utilizar uma água menos tratada seria uma ação de responsabilidade social importante.

#### 4 USO DA ÁGUA POTÁVEL E NÃO-POTÁVEL

O volume de água utilizado por pessoa diariamente varia de acordo com o lugar onde se vive. Varia também de acordo com o país e até mesmo dentro dele, nos diferentes estados e regiões. A diferença entre o consumo diário médio por habitante da Região que mais consome água (Sudeste – 179 litros) e da que menos consome (Nordeste – 105 litros) pode chegar a 74 litros (OLIVEIRA, 2005).

O estado com maior consumo médio de água per capita/dia é o Rio de Janeiro (219 litros) e o estado de menor consumo é o Amazonas (51 litros). O estado de Santa Catarina é um dos 10 estados de consumo mais alto do país, consumindo diariamente uma média per capita/dia de 128 litros, um pouco menos do que os 130 L diários consumidos per capita no estado do Rio Grande do Sul (Tabela 1). (OLIVEIRA, 2005). A Organização Mundial de Saúde (OMS) recomenda um volume de 110 litros por pessoa diariamente para que se possa consumir e desenvolver o resto de suas atividades (FOLHA DE SÃO PAULO, 2015).

Tabela 1 - Consumo médio de água no Brasil

<b>Estados</b>	<b>Consumo diário per capita (L)</b>
Rio de Janeiro	219
Espírito Santo	194
Distrito Federal	193
Amapá	163
Mato Grosso	163
São Paulo	161
Minas Gerais	142
Roraima	138
Rio Grande do Sul	130
Santa Catarina	128
Paraná	125
Goiás	121
Ceará	119
Rio Grande do Norte	118
Maranhão	115
Bahia	115
Alagoas	114

Tocantins	112
Rondônia	111
Paraíba	109
Sergipe	109
Acre	101
Pará	100
Pernambuco	80
Piauí	74
Amazonas	51

Fonte: Oliveira (2005)

Estes valores se referem a água potável, que chega às residências através da rede pública. Todavia, nem sempre o uso final desta água é destinado a atividades que necessitariam de água potável, e uma considerável porção poderia ser substituída por água pluvial.

Oliveira (2005) analisou o uso final da água em diversas regiões do mundo, como Reino Unido, Colômbia e Estados Unidos, e constatou que a utilização de água para fins não-potáveis variou entre 45 e 55% da água destinada ao uso doméstico.

Para estas finalidades, em que não é necessária a utilização de água potável, é que pode ser utilizada a água pluvial. Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), NBR 15527, as águas da chuva podem ser aplicadas a usos não potáveis como descargas em bacias sanitárias, irrigação de gramados, lavagem de veículos, limpeza de calçadas e de ruas. Além disso, é recomendado por alguns fabricantes para uso na máquina de lavar roupas (GRAF-WATER, 2015).

## 5 APROVEITAMENTO ÁGUA PLUVIAL NO MUNDO

A coleta da água da chuva para sua utilização não é recente. Os sistemas de coleta e utilização de água pluvial aconteceram independentemente, ao redor do mundo há milhares de anos. Existem registros que revelam que sistemas deste tipo foram utilizados há mais de 4.000 anos, no deserto de Neguev, em Israel (MAY, 2004). Também em Israel, na antiga região de Moab, existem registros que datam de 830 a.C., em que o Rei Mesa determina que “[...] para cada um de vós faça uma cisterna para si mesmo, na sua casa.” (TOMAZ, 2009).

No México existem registros que datam do século X, quando já existiam cidades em que a agricultura era baseada na coleta e utilização de água da chuva. Habitantes que viviam próximos a montanhas e encostas utilizavam cisternas de grande tamanho, que possuíam capacidade entre 20.000 e 45.000 litros, chamados Chultuns. Estas cisternas eram escavadas no subsolo calcário, revestidas com um reboco impermeável, tinham em torno de 5 m de diâmetro, e na superfície acima delas uma área de captura de água (funil) que variava entre 100 e 200 m<sup>2</sup> (Figura 1). (GNADLINGER, 2000).

Atualmente, a captação de água da chuva possui duas finalidades distintas: a de captação e armazenamento para uso e a de evitar que a água da chuva se acumule nas ruas, causando enchentes. Esta é especialmente importante para grandes cidades que apresentam altas porcentagens de superfície pavimentada, o que impede a infiltração da água no solo. A falta de uma superfície que possa absorver a água proveniente da chuva pode acarretar vários tipos de problema, principalmente para locais que possuem a peculiaridade de se situar abaixo do nível do mar, caso típico da Holanda. Todavia, não é um problema restrito a localidades com essa característica, pois qualquer outra cidade que for urbanizada exageradamente pode enfrentar o mesmo tipo de problema, como a cidade de São Paulo ou Tóquio. Pode ser mais grave ainda em cidades urbanizadas que estejam localizadas próximas de rios ou bacias hidrográficas ou possuam outras características geomorfológicas, como alguns municípios do Vale do Itajaí, SC, em particular, o município de Blumenau.

Existem ainda cidades que sofrem dos dois tipos de problema: escassez de água em determinada área e, em outras áreas sofrem os problemas do excesso de água por possuir sua superfície selada e quase que impermeável. É o caso de cidades que cresceram com pouco planejamento urbano e sistemas de infraestrutura falhos, como Nairóbi, Quênia. A coleta da água pluvial para seu posterior aproveitamento é uma medida importante para

amenizar os efeitos negativos de ambos problemas e reduzir as consequências sócio-econômicas provenientes deles (OIRERE, 2009).

### **5.1 Sistema de captação de água pluvial**

Para o aproveitamento das águas pluviais são necessárias três etapas distintas. São necessários meios para coletar a água, meios para armazenar a água e meios para utilizar a água.

Coletar a água consiste em captar a água da chuva que cai nos telhados ou lajes das edificações. A quantidade de água que é escoada depende de algumas características do telhado, como sua inclinação e o tipo de material de que é constituído. Por exemplo, telhas esmaltadas escoam melhor que telhas cerâmicas, que absorvem uma certa quantidade da água da chuva. Todavia, telhados dos mais diversos materiais são apropriados para utilizar um sistema de captação de água da chuva: zinco, aço galvanizado, plástico, vidro, acrílico (ANNECCHINI, 2005).

A água captada pela cobertura se dirige ao ponto mais baixo, ao beiral ou ao encontro com outros planos inclinados ou ralos. A Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 10844/1989, instrui que as coberturas horizontais de laje devem ser projetadas para evitar empoçamento durante tempestades. Estes empoçamentos podem ser permitidos onde a cobertura for especialmente projetada para ser impermeável sob certas condições.

As superfícies horizontais de coberturas de laje devem ter uma declividade mínima de 0,5%, de modo que garanta o escoamento das águas pluviais até os pontos de drenagem previstos (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1989).

A água então é conduzida até o local de armazenamento, através de calhas horizontais e verticais. Para evitar que detritos sólidos presentes nos telhados, como folhas e pedras, entrem nas tubulações e conseqüentemente nos reservatórios é colocado um sistema de filtros antes de armazenada em um reservatório (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1989).

A drenagem deve ser feita por mais de uma saída, exceto nos casos em que não houver risco de obstrução e a cobertura deve ser dividida em áreas menores com caimentos de orientações diferentes, para evitar grandes percursos de água (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1989).

Os trechos da linha perimetral da cobertura e das eventuais aberturas (escadas e clarabóias por exemplo), que possam receber água, em virtude do caimento, devem ser dotados de platibanda ou calha (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1989).

Nas coberturas de laje também devem ser utilizados ralos hemisféricos, onde os ralos planos possam causar obstruções (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1989).

Segundo a ABNT, NBR10844/1989, as calhas de beiral e platibanda devem, sempre que possível, ser fixadas centralmente sob a extremidade da cobertura e o mais próximo desta. A inclinação das calhas de beiral e platibanda deve ser uniforme, com valor mínimo de 0,5%.

Se a saída não estiver localizada em uma das extremidades, a vazão das calhas de beiral ou platibanda deve ser aquela correspondente à maior das áreas de contribuição (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1989).

Quando não puder haver nenhum transbordamento ao longo da calha, extravasores podem ser utilizados como medida adicional de segurança. Se assim for, eles devem descarregar em locais adequados (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1989).

Em calhas de beiral ou platibanda, quando a saída estiver a menos de 4 m de uma mudança de direção, a vazão de projeto deve ser multiplicada pelos coeficientes da Tabela 2 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1989).

Tabela 2 - Coeficientes multiplicativos da vazão de projeto

<b>Tipo de Curva</b>	<b>Curva a menos de 2 m da saída da calha</b>	<b>Curva entre 2 e 4 m da saída da calha</b>
<b>Canto Reto</b>	1,2	1,1
<b>Canto</b>	1,1	1,05

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas (1989)

De acordo com a ABNT, NBR10844/1989, as calhas devem ser feitas de chapas de aço, folhas-de-flandres, chapas de cobre, aço inoxidável, alumínio, fibrocimento, PVC rígido, fibra de vidro, concreto ou alvenaria.

Os condutores verticais devem ser feitos em uma prumada só, se possível. Caso não exista a possibilidade e um desvio seja obrigatório, deve ser feito em curvas de 90°

graus de raio longo ou curvas de 45°. Eles podem ser colocados externa ou internamente ao edifício, dependendo do uso, da ocupação do edifício e do material dos condutores, seu diâmetro interno de seção circular deve ser de no mínimo de 70 mm (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1989).

Segundo a ABNT, NBR10844/1989, para o dimensionamento dos condutores verticais devem ser utilizados parâmetros de vazão, altura de lâmina de água na calha e o comprimento do condutor.

Nos condutores verticais, devem ser utilizados tubos e conexões de ferro fundido, fibrocimento, PVC rígido, aço galvanizado, cobre, chapas de aço galvanizado, folhas-de-flandres, chapas de cobre, aço inoxidável, alumínio ou fibra de vidro (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1989).

Os condutores horizontais devem, sempre que possível, possuir declividade uniforme de valor mínimo de 0,5% (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1989).

Nos condutores horizontais, devem ser utilizados tubos e conexões de ferro fundido, fibrocimento, PVC rígido, aço galvanizado, cerâmica vidrada, concreto, cobre, canais de concreto ou alvenaria (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1989).

As calhas devem ser mantidas limpas para evitar o entupimento das mesmas. Caso não ocorra tal manutenção poderá ocorrer entupimentos e a eficiência do sistema, ou seja, o volume de água capaz de passar, pode ser muito prejudicado.

A água então é armazenada em um reservatório que pode estar localizado abaixo (enterrado ou semi-enterrado) ou acima da superfície (apoiado sobre o solo ou elevado). Podem ser construídos de diferentes materiais como concreto armado, alvenaria, fibra de vidro, aço, polietileno e podem ter diversas formas (ANNECCHINI, 2005)

O reservatório deve ser posicionado de acordo com a disponibilidade no terreno, do tipo de material que o reservatório é feito (ANNECCHINI, 2005) e de como a água do reservatório será de fato utilizada. Se possível, o reservatório deve ser localizado na superfície, para que a utilização da água não necessite nenhum equipamento adicional. Em alguns casos, é possível ainda o posicionamento do reservatório logo abaixo do telhado, consequentemente ficando em uma altura elevada, assim a expulsão da água seria dotada de alta pressão. Caso o reservatório seja enterrado ou semi-enterrado, é necessária a utilização de uma bomba de recalque ou pressurizadora para expulsão da água.

Em sistemas de captação e aproveitamento da água da chuva, o sistema de armazenamento é a parte mais onerosa, o custo varia de acordo com o seu tamanho e o material de que é feito. Reservatórios de fibra de vidro enterrados custavam cerca de US\$ 137 por m<sup>3</sup> enquanto os apoiados custam cerca de US\$ 105 por m<sup>3</sup> (TOMAZ, 2003).

A ilustração a seguir exhibe um esquema simplificado de um sistema de aproveitamento de água da chuva.

## 6 METODOLOGIA

O método científico pode ser definido como “um conjunto de procedimentos por meio dos quais se propõem os problemas científicos e colocam-se à prova as hipóteses científicas.” (KAPLAN, 1969).

O trabalho presente se valerá do método hipotético-dedutivo como ferramenta para responder a pergunta originalmente proposta. Este método, segundo Popper (1959) pode ser dividido em etapas que podem ser resumidas: conhecimento prévio e uma lacuna de conhecimento, seguida por uma hipótese e uma maneira de testá-la e, por fim, analisar os resultados e compará-los com a hipótese inicial.

A análise foi realizada nas OBMs operacionais que possuem caminhões de combate a incêndio no município de Florianópolis: Barra da Lagoa, Trindade, Canasvieiras, Centro e Estreito.

Para analisar se a atividade de combate a incêndio das OBMs de Florianópolis pode ser sustentável é necessário saber duas coisas: a quantidade de água que as OBMs utilizam com combate a incêndio em um determinado período e a quantidade de água pluvial que pode ser captada em cada OBM no mesmo período.

A quantidade de água utilizada em ocorrência foi consultada em cada ocorrência disponibilizada pelo sistema E-193. Neste sistema estão contidos os relatórios de cada ocorrência preenchidos pelo chefe de socorro, bem como uma estimativa da quantidade de água utilizada em cada uma delas, seja incêndio estrutural ou florestal. Essa estimativa pode não ser acurada, uma vez que depende da observação de cada chefe de socorro e possui uma variância normal entre indivíduos diferentes.

Foram utilizados os dados das ocorrências gerados no período compreendido entre primeiro de janeiro de 2008 e 31 de dezembro de 2014. Para este estudo foram consideradas somente as viaturas que atenderam mais de 40 ocorrências neste período. Desta forma, foram utilizados neste estudo os dados das seguintes viaturas: ABS-06, ABS-07, ABT-058, ABT-059, ABTR-025, ABTR-028, ABTR-032, ABTR-037, AT-06 e AT-02.

Para analisar se a OBM poderia ser sustentável utilizando água da chuva em seus caminhões de combate a incêndio, foi necessário saber quais viaturas pertencem a cada OBM. A obtenção deste tipo de dado pode ser bastante complicada, uma vez que viaturas podem mudar de OBM e podem ficar fora de serviço (“baixadas”) por determinado tempo, entre outras razões. Por esse motivo, as OBMs foram contatadas por telefone, para buscar a

informação de qual foi a(s) viatura(s) predominantemente ativa no período entre 1 de janeiro de 2008 e 31 de dezembro de 2014, e estas foram as informações utilizadas para a análise.

Para estimar a quantidade de água pluvial que pode ser coletada por OBM, são necessárias duas informações: a área de captação de água pluvial de cada OBM e a quantidade de chuva em um determinado período.

A área de captação de água pluvial de cada OBM é a área de cobertura (telhado) disponível para a colocação de um sistema de captação – calhas verticais e horizontais. Essas áreas de cobertura são o telhado da garagem, da área de refeitório e alojamentos, da parte administrativa ou de qualquer outro setor da OBM que seja possível a instalação do sistema. As áreas foram medidas *in loco* com o auxílio de uma trena, em 2015.

A quantidade de chuva foi obtida através de dados de precipitação para o município de Florianópolis obtido através do portal Climatedempo (CLIMATEMPO, 2015), a maior empresa de meteorologia na América Latina. Os dados de precipitação, em milímetros, são valores calculados a partir de uma série de dados de 30 anos observados. Ao somar as médias mensais dos últimos 30 anos, obtém-se a média anual de precipitação para o município de Florianópolis. A Tabela 3 mostra as médias mensais de precipitação para este município, referentes aos últimos 30 anos.

De posse destas duas informações (área de cobertura para captação da água da chuva e quantidade de chuva), é possível determinar a quantidade de água pluvial que um sistema de aproveitamento poderia captar em cada OBM. Ao multiplicar a área de cobertura ( $m^2$ ) pelo volume de chuva (m), obtém-se a quantidade total de água pluvial que uma OBM será capaz de captar. É necessário adicionar a este cálculo o coeficiente de escoamento superficial, também chamado de coeficiente de Runoff. Este coeficiente representa a relação entre o volume total de escoamento superficial e o volume total precipitado, variando conforme a superfície (NBR 15527, 2007). Segundo Hagemann (2009), no valor do coeficiente de escoamento superficial estão incluídas as perdas, que podem ocorrer devido à infiltração, evaporação entre outras. O valor depende do material utilizado no telhado, porém um valor muito utilizado na literatura é 0,8, ou seja, cerca de 20% da água precipitada não é captada pelo sistema (HAGEMANN, 2009). Logo, a equação a ser utilizada para obter o volume de água pluvial captada utilizada no presente trabalho é a seguinte:

**Água pluvial captada = Índice de precipitação pluviométrica (m) x Área de telhado (m<sup>2</sup>)  
x Coeficiente de escoamento superficial**

Tabela 3 - Médias mensais de precipitação para o município de Florianópolis dos últimos trinta anos

<b>Mês</b>	<b>Precipitação (mm)</b>
Janeiro	163
Fevereiro	197
Março	173
Abril	93
Maio	97
Junho	90
Julho	100
Agosto	95
Setembro	134
Outubro	110
Novembro	130
Dezembro	137

Fonte: CLIMATEMPO (2015)

Ao cruzar os dados de média de água pluvial captada anualmente e quantidade água utilizada nos caminhões de incêndio nos anos de 2008 a 2014, será possível analisar se OBMs poderiam ser sustentáveis quanto a utilização de água nos caminhões de combate a incêndio.

Para calcular o custo de implementação de um sistema de captação de água pluvial, será utilizado como parâmetro de área de captação o telhado da OBM Trindade. Por não existir um padrão de estrutura de OBM no CBMSC, não é possível utilizar um tamanho que sirva para todas as OBMs, portanto, no presente trabalho, a OBM Trindade foi escolhida por ter um tamanho intermediário entre as OBMs analisadas.

## 7 RESULTADOS

A seguir serão demonstrados as dimensões de telhado de cada OBM do 1ºBBM e a quantidade de água que pode ser captada se houver um sistema de captação de água pluvial e a quantidade de água que as viaturas utilizam por ano:

### a) OBM BARRA DA LAGOA

A OBM localizada no bairro Lagoa da Conceição, em Florianópolis, possui um telhado com comprimento e largura de 29 x 12 m, ou seja, uma área de 348 m<sup>2</sup>. A precipitação anual para o município de Florianópolis é de 1419 mm por ano, ou seja, 1,419 m. O coeficiente de escoamento superficial utilizado é de 0,8.

Ao substituímos esses valores na equação anteriormente demonstrada, nós temos que:

$$\text{Água pluvial captada} = \text{Índice de precipitação pluviométrica (m)} \times \text{Área de telhado (m}^2\text{)} \\ \times \text{Coeficiente de escoamento superficial}$$

$$\text{Água pluvial captada} = 1,419 \text{ (m)} \times 348 \text{ (m}^2\text{)} \times 0,8$$

$$\text{Água pluvial captada} \approx 395 \text{ m}^3 \approx 395.000 \text{ L}$$

A viatura utilizada mais frequentemente para atividade de combate a incêndio na OBM Barra da Lagoa foi o ABS-07. O volume de água anualmente utilizado pela OBM, em média (considerando os anos analisados), é de 27.396 L de água. Em 2013, ano com o maior volume de água utilizado, foi aproximadamente 36.355 L de água. No período entre 1 de Janeiro de 2008 e 31 de Dezembro de 2014, foram utilizados aproximadamente 138.483 L de água (Tabela 4).

Tabela 4 - Volume de água em litros que foi utilizado por ano por viatura na OBM Barra da Lagoa

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
<b>ABS-07</b>	--	1.500	27.700	20.300	19.550	36.355	33.078

Fonte: E-193/CBMSC

A quantidade de água pluvial que poderia ser captada na OBM Barra da Lagoa é de aproximadamente 395.000 L. Ao subtrairmos o volume de água médio utilizado em um ano (média dos anos de 2010 a 2014 por terem sido mais utilizados), é possível visualizar que o volume que poderia ser captado é maior do que o volume que é utilizado anualmente na OBM:

$$395.000 \text{ L} - 27.396 \text{ L} = 367.604 \text{ L}$$

Se a mesma conta é feita apenas com o ano em que utilizou-se o maior volume de água (2013), o volume de água restante ainda é bastante alto.

$$395.000 \text{ L} - 36.355 \text{ L} = 358.645 \text{ L}$$

#### b) OBM CANASVIEIRAS

A OBM localizada no bairro de Canasvieiras, norte da ilha, possui telhado com comprimento e largura de 25 x 10 m, ou seja, uma área de captação de água de chuva de 250 m<sup>2</sup>. A precipitação anual para o município de Florianópolis é de 1419 mm por ano, ou seja, 1,419 m. O coeficiente de escoamento superficial utilizado é de 0,8.

Ao substituírmos esses valores na equação anteriormente demonstrada, nós temos que:

$$\text{Água pluvial captada} = 1,419 \text{ (m)} \times 250 \text{ (m}^2\text{)} \times 0,8$$

$$\text{Água pluvial captada} \approx 283 \text{ m}^3 \approx 283.000 \text{ L}$$

As viaturas utilizadas mais frequentemente para atividade de combate a incêndio na OBM Canasvieiras foram o ABT-058 e o ABTR-032. O volume de água anualmente utilizado pela OBM, em média (considerando os anos analisados), foi de 38.453 L de água. Em 2013, ano com o maior volume de água utilizado, foi aproximadamente 87.647 L de água. Em conjunto, as viaturas citadas utilizaram aproximadamente 192.269 L de água no período entre 1 de Janeiro de 2008 e 31 de Dezembro de 2014 (Tabela 5).

Tabela 5 - Volume de água em litros que foi utilizado por ano por viatura na OBM Canasvieiras

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
ABT-058	53.162	18.204	--	--	--	--	--
ABTR-032	--	--	--	--	12.350	87.647	20.906

Fonte: E-193/CBMSC

A quantidade de água pluvial que poderia ser captada na OBM Canasvieiras é de aproximadamente 283.000 L. Ao subtrairmos o volume de água médio utilizado em um ano (média dos anos de 2008, 2009, 2012, 2013 e 2014), é possível visualizar que o volume que poderia ser captado é maior do que o volume que é utilizado anualmente na OBM:

$$283.000 \text{ L} - 38.453 \text{ L} = 244.547 \text{ L}$$

Se a mesma conta é feita apenas com o ano em que utilizou-se o maior volume de água (2013), o volume de água restante ainda é bastante alto.

$$283.000 \text{ L} - 87.647 \text{ L} = 195.353 \text{ L}$$

### c) OBM CENTRO

A OBM localizada no bairro Centro, porção centro-oeste da ilha, possui telhado com comprimento e largura de 18 x 12 m, ou seja, uma área de captação de água de chuva de 216 m<sup>2</sup>. Florianópolis possui precipitação anual média de 1419 mm por ano e o coeficiente de escoamento superficial utilizado é de 0,8.

Ao substituírmos esses valores na equação anteriormente demonstrada, nós temos que:

$$\text{Água pluvial captada} = 1,419 \text{ (m)} \times 216 \text{ (m}^2\text{)} \times 0,8$$

$$\text{Água pluvial captada} \approx 245 \text{ m}^3 \approx 245.000 \text{ L}$$

A viatura utilizada mais frequentemente para atividade de combate a incêndio na OBM Centro foi o ABT-059. O volume de água anualmente utilizado pela OBM, em média (considerando os anos analisados), foi de 69.300 L de água. No ano de 2008, ano em que foi dispendido o maior volume de água, foram utilizados aproximadamente 108.124 L deste

recurso. Foi utilizado aproximadamente 485100 L de água no período entre 1 de Janeiro de 2008 e 31 de Dezembro de 2014 (Tabela 6).

Tabela 6 - Volume de água em litros que foi utilizado por ano por viatura na OBM Centro

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
ABT-059	108.124	79.325	64.651	41.100	94.800	44.600	52.500

Fonte: E-193/CBMSC

A quantidade de água pluvial que poderia ser captada na OBM Centro é de aproximadamente 245.000 L. Ao subtrairmos o volume de água médio utilizado em um ano (média dos anos de 2008 a 2014), é possível visualizar que o volume que poderia ser captado é maior do que o volume que é utilizado anualmente na OBM:

$$245.000 \text{ L} - 69.300 \text{ L} = 175.000 \text{ L}$$

Se a mesma conta é feita apenas com o ano em que utilizou-se o maior volume de água (2008), o volume de água restante ainda é bastante alto.

$$245.000 \text{ L} - 108.124 \text{ L} = 136.876 \text{ L}$$

#### d) OBM TRINDADE

A OBM localizada no bairro Trindade, possui dois edifícios com telhados independentes. Um possui comprimento e largura de 16 x 10 m e outro 18 x 14 m, ou seja, ao somar as medidas dos dois telhados, obtém-se uma área de captação de água de chuva somada de 412 m<sup>2</sup>. A precipitação anual para o município de Florianópolis é de 1419 mm por ano, ou seja, 1,419 m. O coeficiente de escoamento superficial utilizado é de 0,8.

Ao substituírmos esses valores na equação anteriormente demonstrada, nós temos que:

$$\text{Água pluvial captada} = 1,419 \text{ (m)} \times 412 \text{ (m}^2\text{)} \times 0,8$$

$$\text{Água pluvial captada} \approx 467 \text{ m}^3 \approx 467.000 \text{ L}$$

A viatura utilizada mais frequentemente para atividade de combate a incêndio na OBM Trindade foi o ABS-06 e o AT-06. O ABS-06 utilizou um volume de água anual em média (considerando os anos analisados) de 98.300 L de água. 2014 foi o ano com maior

volume de água utilizado pela viatura, com aproximadamente 226.200 L. O AT-06 obteve uma média anual menor (aproximadamente 28.000 L) provavelmente porque se trata de uma viatura que presta apoio em ocorrências maiores. O ano em esta viatura utilizou o maior volume de água (70.400 L) foi o de 2014 (Tabela 7).

O ano com o maior volume de água utilizado pela OBM, se forem consideradas as duas viaturas utilizadas para o combate a incêndio, foi o de 2014. Neste ano foram utilizados aproximadamente 296.600 L de água.

Tabela 7 - Volume de água em litros que foi utilizado por ano por viatura na OBM Trindade

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
ABS-06	--	63.600	44.500	58.000	140.300	57.200	226.200
AT-06	19.100	9.000	15.320	30.200	29.100	23.200	70.400

Fonte: E-193/CBMSC

A quantidade de água pluvial que poderia ser captada na OBM Trindade é de aproximadamente 467.000 L. Ao subtrairmos o volume de água médio utilizado em um ano (média dos anos de 2008 a 2014 das duas viaturas utilizadas na OBM somadas), é possível visualizar que o volume que poderia ser captado é maior do que o volume que é utilizado anualmente na OBM:

$$467.000 \text{ L} - 126.300 \text{ L} = 340.700 \text{ L}$$

Se a mesma conta é feita apenas com o ano em que utilizou-se o maior volume de água (2014), o volume restante ainda é bastante alto.

$$467.000 \text{ L} - 296.600 \text{ L} = 170.400 \text{ L}$$

#### e) OBM ESTREITO

A OBM localizada no bairro Estreito, porção continental do município de Florianópolis, é a sede do 1º BBM e possui um telhado de comprimento e largura de 16 x 46 m, ou seja, uma área de 736 m<sup>2</sup>. A precipitação anual para o município de Florianópolis é de 1419 mm por ano, ou seja, 1,419 m. O coeficiente de escoamento superficial utilizado é de 0,8.

Ao substituírmos esses valores na equação anteriormente demonstrada, nós temos que:

$$\text{Água pluvial captada} = 1,419 \text{ (m)} \times 736 \text{ (m}^2\text{)} \times 0,8$$

$$\text{Água pluvial captada} \approx 835 \text{ m}^3 \approx 835.000 \text{ L}$$

As viaturas utilizadas mais frequentemente para atividade de combate a incêndio na OBM Estreito foi o ABS-06 e o AT-06. O volume de água anualmente utilizado pela viatura ABS-06, em média (considerando os anos analisados), foi de 98.300 L de água. O ano em que esta viatura utilizou maior volume de água foi 2014, sendo utilizados aproximadamente 226.200 L. O AT-06 obteve uma média anual menor (aproximadamente 28.000 L), provavelmente porque se trata de uma viatura que presta apoio em ocorrências maiores. O ano em que foi utilizado o maior volume de água (70.400 L) por esta viatura, foi o de 2014 (Tabela 8).

O ano com o maior volume de água utilizado pela OBM, se forem consideradas as duas viaturas utilizadas para o combate a incêndio, foi o de 2014, sendo utilizados aproximadamente 296.600 L de água.

Tabela 8 - Volume de água em litros que foi utilizado por ano por viatura na OBM Estreito

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
ABS-06	--	63.600	44.500	58.000	140.300	57.200	226.200
AT-06	19.100	9.000	15.320	30.200	29.100	23.200	70.400

Fonte: E-193/CBMSC

A quantidade de água pluvial que poderia ser captada na OBM Estreito é de aproximadamente 835.000 L. Ao subtrairmos o volume de água médio utilizado em um ano (média dos anos de 2008 a 2014 das duas viaturas utilizadas na OBM somadas), é possível visualizar que o volume que poderia ser captado é maior do que o volume que é utilizado anualmente na OBM:

$$835.000 \text{ L} - 126.300 \text{ L} = 708.700 \text{ L}$$

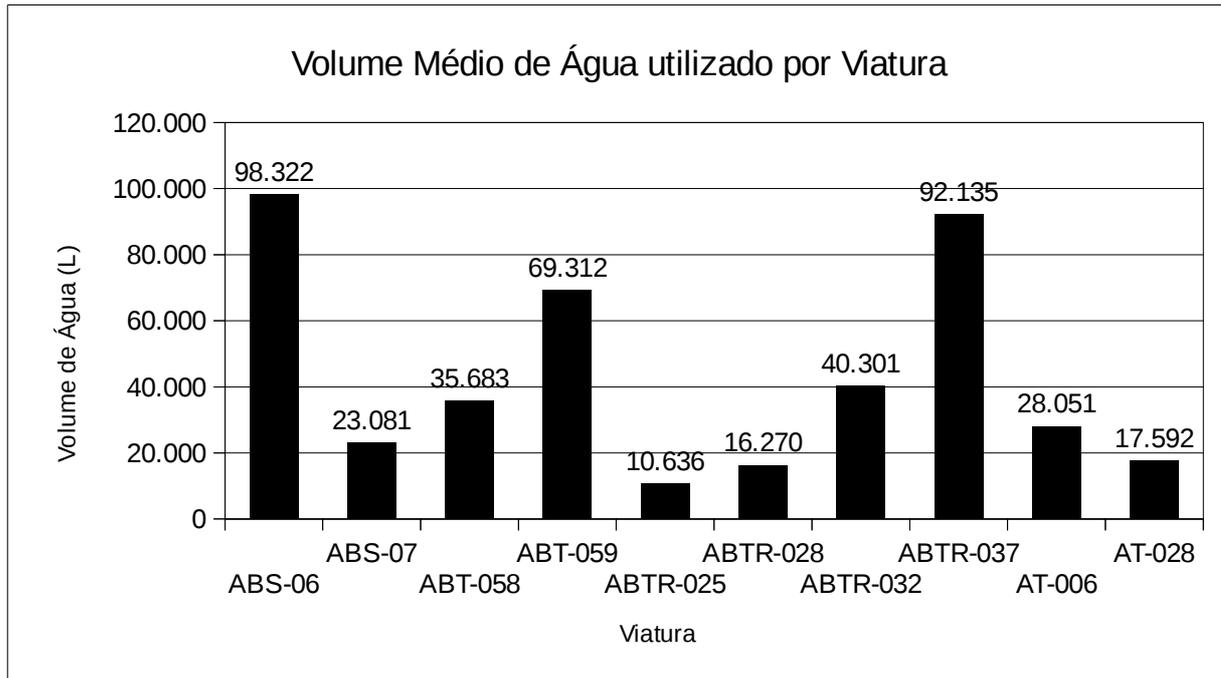
Se a mesma conta é feita apenas com o ano em que utilizou-se o maior volume de água (2014), o volume de água restante ainda é bastante alto.

$$835.000 \text{ L} - 296.600 \text{ L} = 539.000 \text{ L}$$

## 7.1 Volume de água utilizado por viatura

Das viaturas analisadas, a que utilizou a maior quantidade de água no período de 1 de janeiro de 2008 a 31 de dezembro de 2014 foi o ABS-06 ( $\approx 98.000$  L), seguido pela viatura ABTR-037 ( $\approx 92.000$  L). A viatura que menos utilizou água no período analisado foi o ABTR-025 ( $\approx 10.000$  L) (Gráfico 1).

Gráfico 1 - Volume de água utilizado por viatura

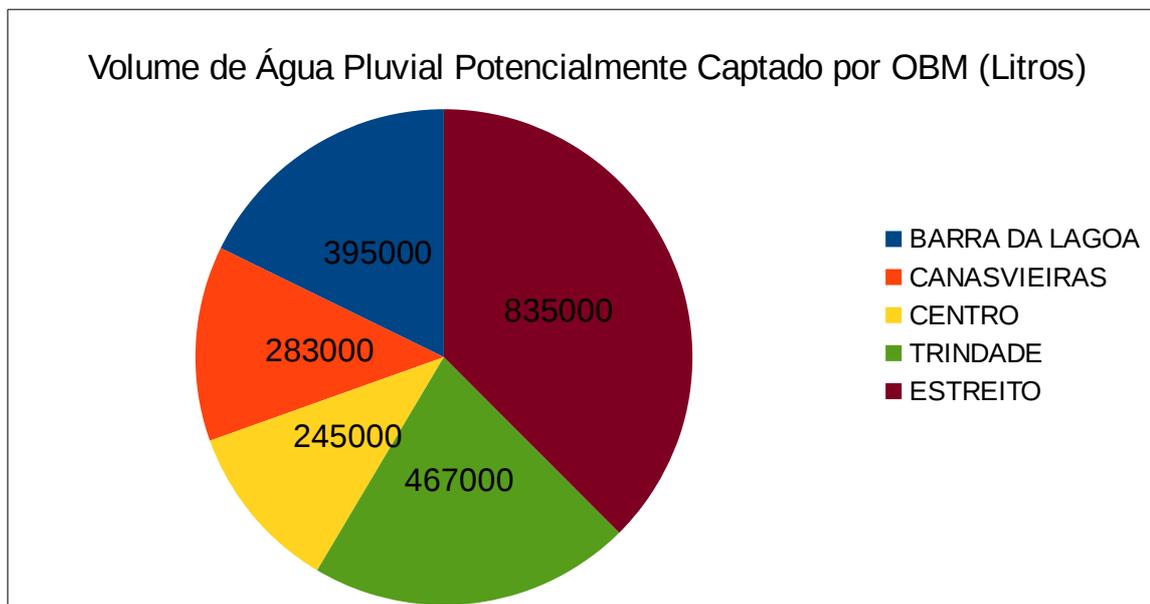


Fonte: E-193/CBMSC

## 7.2 Volume de água potencialmente captado por OBM

A OBM que pode captar o maior volume de água pluvial em um ano é a OBM Estreito ( $\approx 830.000$ L), seguida pela OBM Trindade ( $\approx 46.000$  L). A OBM com a menor capacidade de captação de água pluvial é a OBM Centro ( $\approx 24.000$  L) (Gráfico 2). O volume de água que potencialmente pode ser captado é diretamente relacionado à área do telhado da OBM uma vez que, teoricamente, todas recebem a mesma quantidade de precipitação anual.

Gráfico 2 - Volume de água pluvial potencialmente captado pelas OBMs de Florianópolis



Fonte: Próprio autor

### 7.3 Volume de água utilizado e volume de água potencialmente captado

O volume de água utilizado pelas viaturas de combate a incêndio de todas as OBMs é menor do que o volume de água que poderia ser coletado pela OBM, caso houvesse um sistema de captação de água pluvial (Tabela 9).

Tabela 9 - Volume de água captado e volume de água utilizado pelas OBMs de Florianópolis

OBM	Volume de Água Captado por ano	Volume de Água Utilizado *
<b>Barra da Lagoa</b>	395.000 L	≈ 36.000 L
<b>Canasvieiras</b>	283.000 L	≈ 87.000 L
<b>Centro</b>	245.000 L	≈ 136.000 L
<b>Trindade</b>	467.000 L	≈ 170.000 L
<b>Estreito</b>	835.000 L	≈ 296.000 L

\*Considera-se o ano em que o maior volume de água foi utilizado.

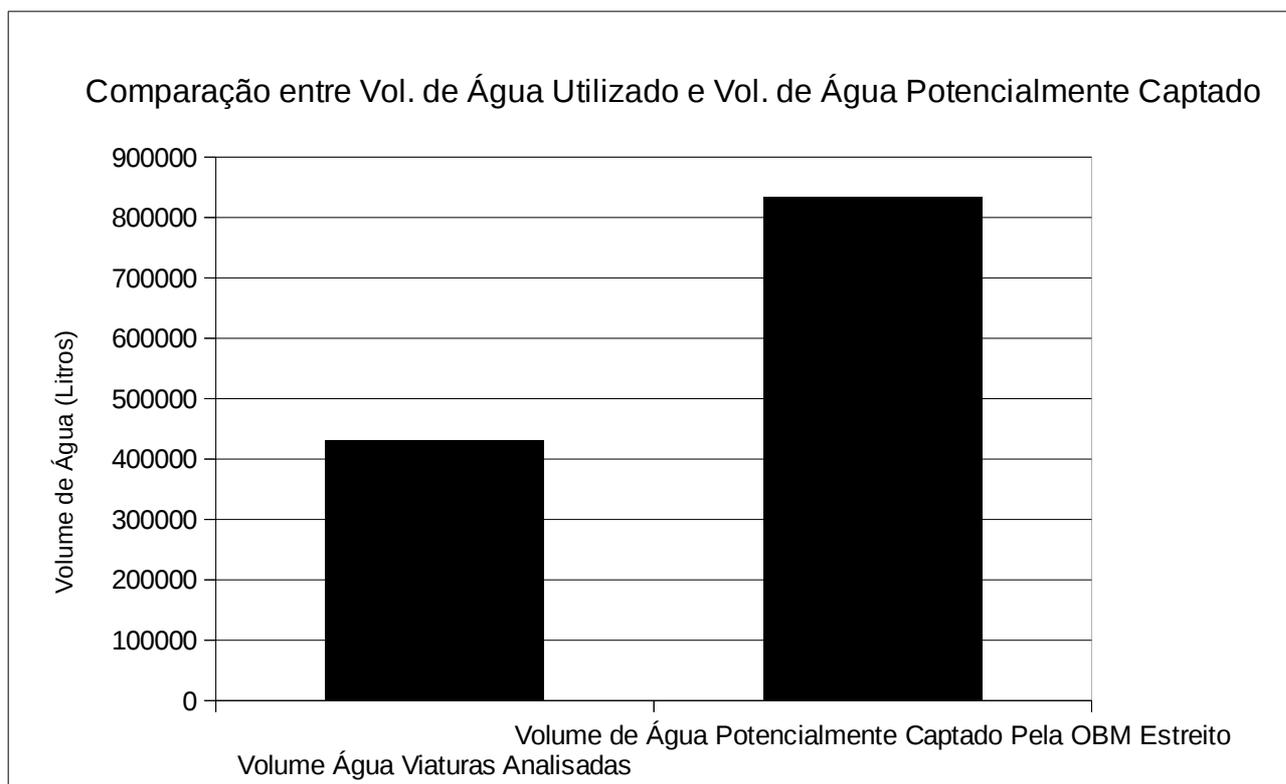
Fonte: Próprio autor/E-193/CBMSC

Notou-se que, em todas as OBMs, o volume de água que poderia ser captado é muito superior ao que é utilizado pelas viaturas, ou seja, se as OBMs tivessem sistemas de

captação de água pluvial instalados, elas poderiam ser sustentáveis em relação a água utilizada no combate a incêndio.

O volume de água que pode ser captado é tão grande, que se for considerada somente a OBM Estreito, esta já seria capaz de suprir toda a demanda de água utilizada no combate a incêndio no município de Florianópolis (Gráfico 3).

Gráfico 3 - Comparação entre o volume de água utilizado no combate a incêndio em Florianópolis e o volume de água pluvial potencialmente captado na OBM Estreito



Fonte: Próprio autor/ E-193/CBMSC

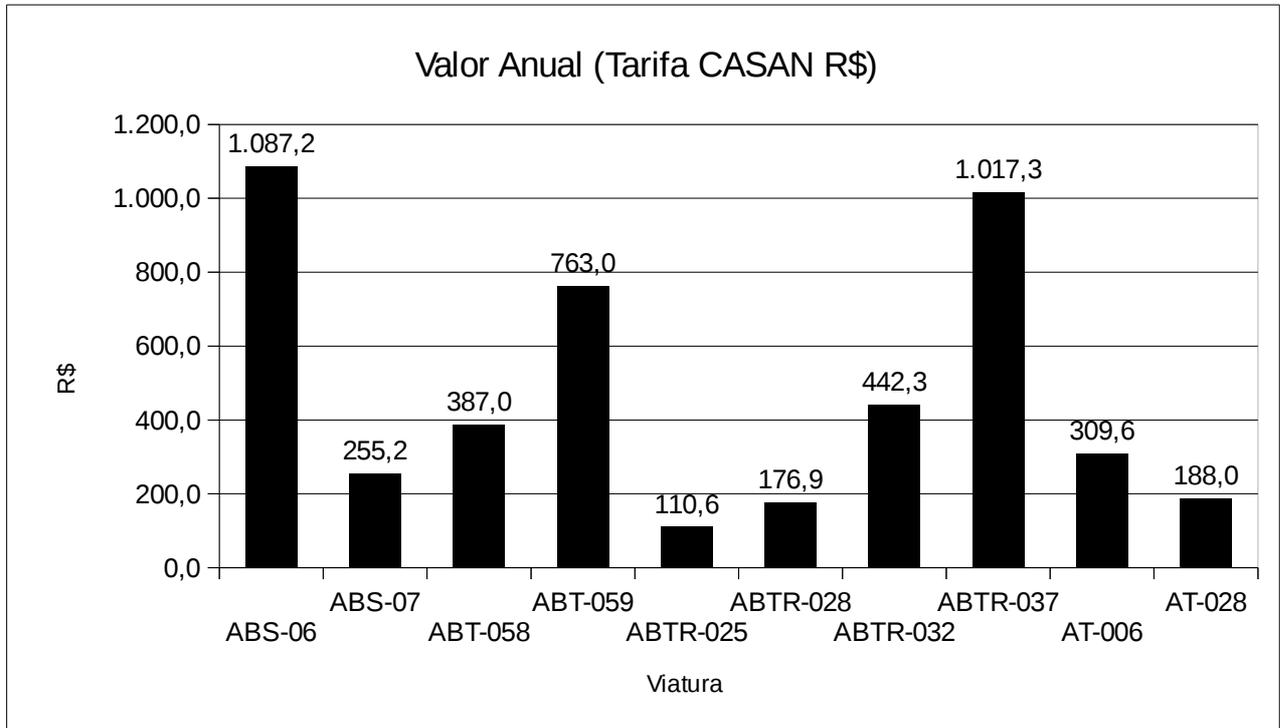
#### 7.4 Valor em moeda da água pluvial

A água que o CBMSC utiliza para o combate a incêndio vem direto da rede pública, geralmente através de um hidrante, e não é taxado pela Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN).

Uma tarifa é paga por quem usa os serviços da Companhia de acordo com a quantidade de água que consome no mês. Se for aplicada a tarifa mais alta na água (R\$ 11,0579/m<sup>3</sup>; CASAN, 2015) que é utilizada para o combate a incêndio, o ABS-06 deveria consumir um volume de água equivalente ao valor de R\$1.087,2 ao ano em média, o preço

mais alto entre as viaturas analisadas. O ABTR-025 seria a viatura que menos pagaria a utilização da água, R\$110,6/m<sup>3</sup> (Gráfico 4).

Gráfico 4 - Valor anual que cada viatura consome em água para combate a incêndio.



Fonte: E-193/CBMSC/ CASAN

## 8 DISCUSSÃO

O volume total de água pluvial que poderia ser captado por ano pelas OBMs do município de Florianópolis é de 2.225.000 litros. Se for considerada a média de utilização de água per capita/dia do estado de Santa Catarina, que é de 128 L, e que em torno de 50% desta água é destinada para uso final não-potável, conclui-se que uma pessoa utiliza cerca de 23.360 L por ano (365 dias) em Florianópolis.

O volume total de água que poderia ser captado pelos telhados das OBMs de Florianópolis seria capaz de suprir a demanda de água não-potável de 95 pessoas. Isso significa que as OBMs poderiam ser sustentáveis, ou muito próximo disso, em relação à água utilizada no dia-a-dia, tanto do serviço operacional quanto do serviço administrativo. Principalmente se levarmos em consideração que os bombeiros que exercem serviço administrativo ficam atualmente seis horas por dia na OBM.

Apesar de ser um número relativamente pequeno de pessoas que poderia ter sua demanda suprida, é necessário lembrar que as OBMs são apenas cinco edifícios no município de Florianópolis, e ainda que alguns deles são de tamanho muito pequeno, logo seriam capazes de coletar pouca água pluvial. Se fossem utilizadas outras edificações como todas as do Centro de Ensino Bombeiro Militar (piscina, ginásio, biblioteca e prédio das salas de aula), o volume de água coletada seria consideravelmente maior.

De acordo com o Decreto nº 099 de 2007 (SANTA CATARINA, 2007), todas as obras públicas e privadas, financiadas ou incentivadas pelo Governo do Estado de Santa Catarina, tem a obrigação de implantar sistemas de captação e retenção de água pluvial. Com isso, Florianópolis, que é a capital do estado e sede de vários prédios que abrigam órgãos e instituições estaduais, aumenta em muito a sua rede de captação de água pluvial, o que diminuiria chance de enchentes e inundações, permitindo uso adequado deste recurso indispensável.

O efeito seria maior se a legislação estendesse essa obrigação para outros tipos de obras particulares, como fez Tóquio, onde a lei obriga que todos os prédios com área superior a 30.000 m<sup>2</sup> ou que utilize mais de 100.000 L de água por dia para fins não potáveis, construam sistemas de captação de água da chuva (TOMAZ, 2003).

A legislação poderia ainda incentivar a adequação de obras já existentes, públicas e privadas, para a instalação de sistemas de captação de água pluvial. Este incentivo poderia vir por meio de financiamento estadual para implementação desses sistemas em obras públicas como creches, hospitais e escolas.

Em âmbito federal, existe o Projeto de Lei 7818/2014, que cria no país a Política Nacional de Captação, Armazenamento e Aproveitamento de Águas Pluviais. Segundo o projeto, em municípios com mais de 100 mil habitantes, passaria a ser obrigatória a elaboração de um plano de manejo e drenagem das águas pluviais, a ser seguido por todos os empreendimentos cuja construção ou manutenção cause impermeabilização do solo em área superior a 1.000 m<sup>2</sup>, ou que envolvam parcelamento do solo, como condomínios e também as edificações que tenham consumo superior a 20 mil litros de água por dia, assim como os edifícios públicos.

O Projeto de Lei 7818/2014 deixa claro que o sistema é item obrigatório para a aprovação de projetos de construção:

Art. 9º. A captação, o armazenamento e o aproveitamento das águas pluviais, nas edificações e nos empreendimentos previstos no art. 5º, são itens obrigatórios para a aprovação de projetos de construção públicos e privados, em área urbana e rural, destinados aos usos habitacionais, agropecuários, industriais, comerciais e de serviços, inclusive quando se tratar de edificações de interesse social. (BRASIL, 2014)

A contrapartida do Poder Público viria por meio de incentivos creditícios, junto às instituições oficiais de créditos federais e seus agentes financeiros, abrangendo o aumento no limite financiável de seu empreendimento e a redução da taxa de juros vigente. Somados a isto estariam os benefícios ambientais e o retorno eventual em termos de financeiros, uma vez que seria utilizado menos água oriunda da rede pública, a qual é taxada (BRASIL, 2014).

O Projeto de Lei ainda cria um rol de usos para a água pluvial captada, entre elas cita a utilização para a lavagem de roupa, usos industriais e o combate ao fogo (BRASIL, 2014).

A utilização de água pluvial no combate a incêndio não seria perfeita e traria alguns problemas (CONSERVE ENERGY FUTURE, 2015), que não se pode ter em um serviço de urgência como o do corpo de bombeiros. Alguns deles serão discutidas a seguir.

A chuva não acontece sempre que desejamos ou quando mais precisamos. E prevê-la nem sempre é uma tarefa das mais fáceis (CONSERVE ENERGY FUTURE, 2015). Então, apesar de em um ano uma OBM captar muito mais água do que utiliza no combate a incêndio, esta água pode não estar disponível no momento necessário. Os caminhões de combate a incêndio e seus integrantes não podem ficar esperando a água da chuva, o caminhão sempre deve estar pronto para atender ocorrências. Possivelmente, nos meses mais chuvosos, haverá água pluvial disponível em fartura, enquanto que nos períodos menos chuvosos pode não haver água pluvial disponível.

O custo inicial de um sistema de captação de água pluvial é outro motivo que dificulta sua implementação em grande escala. Dependendo do tamanho e da complexidade do sistema de captação que se deseja implantar, o preço pode ser muito alto e talvez demore alguns anos para recuperar este dinheiro investido (CONSERVE ENERGY FUTURE, 2015). Todavia, é de se considerar que não só o dinheiro é recuperado, mesmo que a longo prazo, mas existem outros benefícios além do financeiro.

Vários municípios do Brasil já enfrentam problemas de abastecimento de água, e estes casos não parecem ter uma solução a curto prazo. Se houver um reservatório de água pluvial na OBM, ou em qualquer outro edifício, esta pode ser uma alternativa utilizada nos meses mais secos, quando há uma chance maior de ocorrer um racionamento de água. Além disto, é provável que o custo da água aumente no futuro, uma vez que a quantidade disponível deste recurso dificilmente mudará, ao contrário da população mundial, que tende a ser cada vez maior.

Para o bom funcionamento do sistema de captação de água pluvial, é necessário manutenção básica. Isso significa que deve ser feita uma limpeza periódica das calhas e do filtro para partículas maiores (restos de animais mortos, folhas, galhos, ninhos de animais, lixo, etc.), assim como a eventual manutenção da bomba que leva a água para o reservatório superior.

Outro ponto a se considerar é o material de que é feita a área de captação. Alguns tipos de telhado são feitos de material em que certos produtos químicos ou fezes de animais podem se infiltrar. Isto pode trazer consequências negativas para a qualidade da água, que não poderia ser mais usada para irrigação, lavagem de roupa ou do automóvel (CONSERVE ENERGY FUTURE, 2015).

## 9 CUSTO PARA IMPLEMENTAÇÃO

O custo para a implementação de um sistema de captação de água pluvial está associado a algumas variáveis. Dependerá do tamanho das OBMs, que possuem diferentes telhados (áreas de captação) e, portanto, utilizarão diferentes quantidades de calhas e condutores, e também do tipo de material que se deseja utilizar.

Para implementar um sistema de captação de água pluvial seriam utilizados 168 metros de calhas horizontais para serem instaladas nos telhados da OBM Trindade que possuem 18 x 40 m e 16 x 10 m. Para tanto foram analisados dois tipos de material: PVC e alumínio.

Produtos de alumínio geralmente possuem preços mais elevados, e as calhas pesquisadas confirmaram isto. As calhas de PVC (Figura 9) foram encontradas pelos preços de R\$ 42,90 para a marca ODEM<sup>®</sup> (LEROYMERLINA, 2015) e R\$ 57.90 para a marca AQUAP<sup>®</sup> (CASSOLa, 2015). Estes valores são referentes a três metros do produto, sendo que o primeiro possui diâmetro de 250 mm e o segundo 125 mm.

Figura 1 - Calha para telhado feita de PVC



Fonte: CASSOL (2015)

A calha de alumínio da marca BELLA CALHA<sup>®</sup> foi encontrada pelo preço de R\$ 69,90 (CASSOLb, 2015). O preço é referente a três metros do produto.

Se utilizado o produto de preço mais baixo, o valor que seria investido em calhas para o sistema de captação de água pluvial seria de R\$ 2.402, 40.

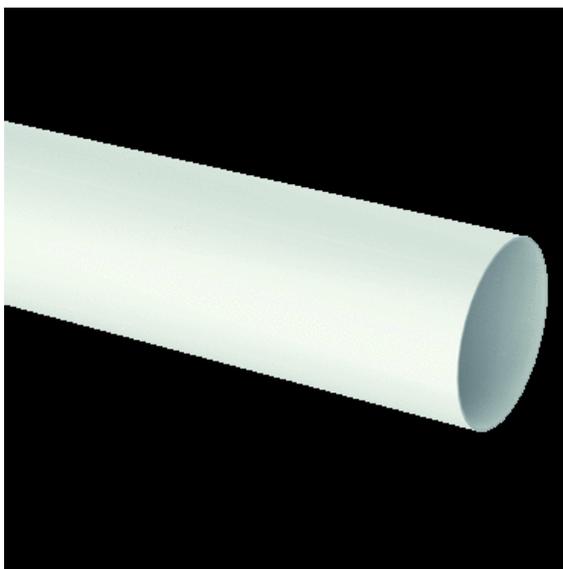
Para as quinas, foram pesquisados os esquadros de 90° para calhas. Foram encontradas da marca ODEM<sup>®</sup> por R\$ 29,90 (LEROYMERLINb, 2015) e da marca Tigre<sup>®</sup> por

R\$ 19,90 (CASSOLc, 2015). Seriam necessárias seis peças, e considerando o produto de menor preço, o valor investido seria R\$ 119,40.

Os condutores verticais, que seriam responsáveis por transportar a água pluvial coletada pelas calhas para o reservatório, foram encontrados compostos por dois materiais, o PVC e o aço galvanizado. Foi utilizado a altura de cinco metros para o edifício administrativo da OBM Trindade e dez metros para o edifício operacional.

Foram encontrados condutores verticais circulares feitos de PVC de diâmetro de 170 mm da marca 3M® (Figura 10) pelo preço de R\$ 40,90 cada três metros (CASSOLD, 2015). Foram encontradas calhas retangulares da marca CALHAFORTE® (aço galvanizado) por R\$ 26,90 (LEROYMERLINc, 2015) cada dois metros.

Figura 2 - Conductor vertical circular feito de PVC



Fonte: CASSOL (2015)

Ao ser utilizado o produto de menor preço, o valor investido em condutores verticais seria de R\$ 80,70 (edifício administrativo) e R\$ 134,50 (edifício operacional), totalizando R\$ 215,20.

Para unir as calhas horizontais aos condutores verticais seriam necessários dois bocais. Foram encontrados bocais circulares de PVC da marca ODEM® pelo valor de R\$ 27,90 (LEROYMERLIND, 2015) e da marca TIGRE® (Figura 11) por R\$ 22,90 (CASSOLe, 2015).

Se for utilizado o produto de menor custo, o investimento em bocais seria de R\$ 45,80.

Como reservatórios, seriam utilizadas caixas d'água na superfície, uma sobre o solo e outra na laje. A primeira seria para coletar a água pluvial captada, enquanto a segunda seria para receber esta mesma água, bombeada através de uma bomba hidráulica, sendo liberada para o caminhão de combate a incêndio por gravidade.

Figura 3 - Esquadro 90° feito de PVC



Fonte: CASSOL (2015)

As caixas d'água feitas de fibra foram as caixas de menor custo e economicamente viáveis, já que as feitas de polietileno são de custo muito maior, o que aumentaria muito o investimento. Foram analisadas as caixas d'água de 10.000 litros por critério de eficiência. Os caminhões de incêndio possuem reservatório de 5.000 litros em média, o que significa que o caminhão poderia ser abastecido duas vezes com a água pluvial captada.

Foram encontradas caixas d'água de 10.000 litros feitas de fibra, da marca BAKOF TEC® por R\$ 2.699,00 (CASSOLf, 2015) e por R\$ 3.090,00 (LEROYMERLINE, 2015) e da marca FORTLEV® pelo preço de R\$ 3.500,90 (LEROYMARTINF, 2015).

Se fosse adquirida a de menor custo, o investimento ao adquirir duas unidades seria de R\$ 5.398,00.

Por último, seria necessário a bomba hidráulica, responsável por bombear a água do reservatório do solo para o reservatório da laje. Para isto a bomba necessitaria de certas características como motor, voltagem, potência e força e, para tal, foi escolhida a motobomba centrífuga SCHNEIDER® BC-92S, potência de 2 cv, altura manométrica de 26 m.c.a e vazão de 10m<sup>3</sup>/h.

Este modelo de motobomba foi encontrado pelo preço de R\$ 1.299,00 (HIDROWAPESS, 2015) e por R\$ 1.178,10 (CAMARGOBOMBAS, 2015). Se fossem adquiridas duas unidades (uma reserva) de menor custo, o investimento seria de R\$ 2.356,20.

Desta forma, a implementação de um sistema de captação de água pluvial em uma OBM com as dimensões da OBM Trindade exigiria um investimento inicial de R\$ 10.537,00.

## 10 CONCLUSÃO

O mundo passa por uma crise hídrica. A água, apesar de ser um recurso renovável e teoricamente possuir um ciclo que a torna disponível algum tempo após seu uso, está ficando mais escassa. Os recursos naturais, não conseguem se renovar na mesma taxa que a população cresce, e por este motivo, é possível que o problema de escassez de água somente se torne mais grave.

O CBMSC tem como uma de suas atividades, o dever de combater incêndios e, para tanto, tem que utilizar uma gigantesca quantidade de água. Todavia, a água que é utilizada para combater o fogo descontrolado não necessita ser a mesma água potável que é utilizada para beber e cozinhar alimentos. Para tais finalidades seria possível utilizar a água da chuva, se esta fosse captada e armazenada e abastecesse posteriormente os caminhões de combate a incêndio.

O presente trabalho teve como objetivo analisar se o serviço de combate a incêndio das OBMs de Florianópolis poderia ser realizado utilizando-se apenas a água proveniente da chuva, no caso de existir sistemas de captação de água pluvial em cada OBM.

Foi constatado que a quantidade de água pluvial que poderia ser captada anualmente por sistemas de captação instalados nas coberturas das OBMs de Florianópolis seria suficiente para suprir o volume de água utilizado, em média anual, pelas viaturas que mais atenderam ocorrências no município. Não só isto, mas a quantidade de água pluvial que poderia ser captada anualmente é muito superior à quantidade de água utilizada por ano, podendo, inclusive, ser utilizada para outros fins nas OBMs, como água para bacias sanitárias e para a limpeza de viaturas.

Desta forma, o CBMSC não faria o uso de água potável que poderia ser utilizada para outros propósitos, e poderia também, a médio ou longo prazo, economizar recursos financeiros, uma vez que utilizaria menos água para as descargas e outros fins rotineiros que representam grande parte da água consumida nas OBMs.

A legislação referente ao assunto no Brasil já possui exemplos em que o poder público exige que novas obras possuam sistemas de captação de água pluvial, para evitar não apenas um agravamento da crise de abastecimento de água, comum em alguns municípios, mas também reduzir as chances de enchentes e inundações em cidades de superfícies predominantemente pavimentadas e de pouca absorção pelo solo. Atualmente, há Projetos de Lei que tornariam obrigatória a inclusão de sistemas de captação de água pluvial em projetos

de obras públicas e particulares de determinado tamanho, trazendo incentivos de financiamento para isto.

A implementação destes sistemas exige certo custo e possui alguns pontos desvantajosos, todavia preservar um recurso importante como a água, encaixa perfeitamente na missão do CBMSC, que inclui prover e manter serviços profissionais e humanitários que garantam a proteção meio ambiente, visando proporcionar qualidade de vida a sociedade. Além disto, faz parte da responsabilidade social do CBMSC como órgão público, utilizar um recurso indispensável para a vida humana da maneira mais adequada e eficiente possível.

Desta forma, o presente estudo conclui que a implementação de sistemas de captação de água pluvial nas OBMs do CBMSC, para sua utilização em combate a incêndio e para outras finalidades, é de grande importância para beneficiar a qualidade de vida da sociedade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANNECCHINI, K. P. V. **Aproveitamento da Água da Chuva Para Fins Não Potáveis na Cidade de Vitória (ES)**. 2005. 150 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2005.

ASHLEY, P. A. **Ética e responsabilidade social nos negócios**. São Paulo: Saraiva, 2002. 328 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS 10844. 1989. **Instalações prediais de águas pluviais**. Fixa exigências e critérios necessários aos projetos das instalações de drenagem de águas pluviais, visando a garantir níveis aceitáveis de funcionalidade, segurança, higiene, conforto, durabilidade e economia. In: Associação Brasileira de Normas Técnicas. Disponível em: <[xa.yimg.com/kq/groups/1102027/1509256356/name/NBR+10844](http://www.abnt.org.br/xa.yimg.com/kq/groups/1102027/1509256356/name/NBR+10844)>. Acesso em 15 de junho de 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS 15527. 2007. **Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos**. Fornece os requisitos para o aproveitamento de água de chuva de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis. In: Associação Brasileira de Normas Técnicas. Disponível em <<http://espiral.net.br/apoio-agua/2007-ABNT-%C3%A1guadachuva-aproveitamentodecoberturaem%C3%A1reasurbanas.pdf>>. Acesso em 15 de junho de 2015.

BARROS-NETO, J. P. **Ética: competência que faz a diferença**. In: Oliveira e Marinho (Org.). Liderança: uma questão de competência. São Paulo: Saraiva. 2005.

BRASIL. **Constituição** (1988). Constituição da República Federativa do Brasil: promulgada em 5 de outubro de 1988. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/ConstituicaoCompilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/ConstituicaoCompilado.htm)>. Acesso em: 5 de junho de 2015.

\_\_\_\_\_. **Código Civil, Lei 3.071, de 1 de janeiro de 1916**. Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L3071.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L3071.htm)>. Acesso em: 3 de junho de 2015.

\_\_\_\_\_. **Decreto 24.643 de 10 de julho de 1934**. Resolve decretar o Código de Águas, cuja execução compete ao Ministério da Agricultura. Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/d24643.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d24643.htm)>. Acesso em: 05 de junho de 2015

\_\_\_\_\_. **Lei 9433 de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm)>. Acesso em: 06 de junho de 2015

\_\_\_\_\_. **Projeto de Lei 7818 de 16 de julho de 2014**. Estabelece a Política Nacional de Captação, Armazenamento e Aproveitamento de Águas Pluviais e define normas gerais para sua promoção. Disponível em <[http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/prop\\_mostrarintegra;jsessionid=E69D22E2B3B](http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra;jsessionid=E69D22E2B3B)>

[70A88F20190B08B6D989C.proposicoesWeb2?codteor=1267342&filename=PL+7818/2014](http://70A88F20190B08B6D989C.proposicoesWeb2?codteor=1267342&filename=PL+7818/2014)>. Acesso em 09 de junho de 2015.

CAMARGOBOMBAS. 2015. Motobomba centrífuga BC-92S, marca SCHNEIDER. Disponível em <<http://camargobombas.com.br/distribuidor-bombas-dagua/bomba-dagua-centrifuga-schneider-bc-92-s-1b-2-0cv-monofasico-127-220v-c-capacitor137m m?filter=8,31>>. Acesso em 29 de agosto de 2015.

CASAN. 2015. Estrutura tarifária. Disponível em <<http://www.casan.com.br/menu-conteudo/index/url/social#117>>. Acesso em 17 de junho de 2015.

CASSOLa. 2015. Calha de PVC, marca AQUAP. Disponível em <<http://www.cassol.com.br/produto/145862/3m-125mm-pvc-aquap-beiral-bege>>. Acesso em 21 de junho de 2015.

CASSOLb. 2015. Calha de alumínio, marca BELLA CALHA. Disponível em <<http://www.cassol.com.br/produto/18548/3m-alum%C3%Adnio-bella-calha-marrom>>. Acesso em 21 de junho de 2015.

CASSOLc. 2015. Esquadro de 90° para calhas, marca TIGRE. Disponível em <<http://www.cassol.com.br/produto/145930/125mm-pvc-aquap-beiral-bege-1>> Acesso em 21 de junho de 2015.

CASSOLD. 2015. Condutores verticais de PVC, marca 3M. Disponível em <<http://www.cassol.com.br/produto/86103/pvc-aquap-style-branco-redondo-1-2>>. Acesso em 21 de junho de 2015.

CASSOLE. 2015. Bocal circular, marca TIGRE. Disponível em <<http://www.cassol.com.br/produto/146036/125x88mm-pvc-aquap-beiral-bege>>. Acesso em 21 de junho de 2015.

CASSOLF. 2015. Caixa d'água de 10000 litros, marca BAKOF TEC. Disponível em <<http://www.cassol.com.br/produto/474405/10000l-fibra-azul-redonda>>. Acesso em 21 de junho de 2015.

CLIMATEMPO. 2015. Disponível em < [www.climatempo.com.br/climatologia/377/Florianópolis-SC](http://www.climatempo.com.br/climatologia/377/Florianópolis-SC)>. Acesso em 10 de junho de 2015.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO (WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT). **Brundtland Report: Our Common Future**. Nova York: Oxford University Press, 1987.

CONSERVE ENERGY FUTURE (CEF). 2015. **What is Rainwater Harvesting?** Disponível em: <[http://www.conserve-energy-future.com/Advantages\\_Disadvantages\\_Rainwater\\_Harvesting.php](http://www.conserve-energy-future.com/Advantages_Disadvantages_Rainwater_Harvesting.php)>. Acesso em: 20 de junho de 2015.

CURITIBA. **Lei nº. 10.785, de 18 de setembro de 2003**: Cria o Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações. Disponível em <<https://leismunicipais.com.br/a/pr/c/curitiba/lei-ordinaria/2003/1078/10785/lei-ordinaria-n->

[10785-2003-cria-no-municipio-de-curitiba-o-programa-de-conservacao-e-uso-racional-da-agua-nas-edificacoes-purac](#)>. Acesso em 10 de junho de 2015.

FOLHA DE SÃO PAULO. 2015. **Crise da água: Água no Brasil**. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/infograficos/2015/01/118521-agua-no-brasil.shtml>>. Acesso em: 17 de junho de 2015

FROM quark to quasars. 2014. **How Long Do We Have Until We Exhaust All Of Our Resources?** Disponível em <<http://www.fromquarkstoquasars.com/how-long-do-we-have-until-we-exhaust-all-of-our-resources/>>. Acesso em 10 de junho de 2015.

GNADLINGER, J. **Colheita de Água de Chuva em Áreas Rurais**. Juazeiro – BA: IRPAA, 2000. 40p.

GRAF-WATER. 2015. **Questions and Answers**. Disponível em: <<http://www.graf-water.com/rainwater-harvesting/all-about-rainwater-harvesting/questions-and-answers.html>>. Acesso em: 17 de junho de 2015

HAGEMANN, S. E. **Avaliação da qualidade da água da chuva e da viabilidade de sua captação e uso**. 2009. 141 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

HIDROWAPESS. Motobomba centrífuga BC-92S, marca SCHNEIDER. Disponível em <<http://www.hidrowapess.com.br/bomba-centrifuga-schneider-bc-92s-2cv-monof.html#>>. Acesso em 29 de agosto de 2015.

INYANG H. I.; SCHWARZ, P. M.; MBAMALU, G. E. Sustaining sustainability: approaches and contexts. **Journal of Environmental Management**, Amsterdam, v. 90, n.12, p. 3687-3689, 2009.

JUNG, T. I. A evolução da legislação ambiental no Brasil. **Âmbito Jurídico**, Rio Grande, v. 14, n. 87, abr. 2011. Disponível em: <[http://www.ambito-juridico.com.br/site/index.php?n\\_link=revista\\_artigos\\_leitura&artigo\\_id=9169](http://www.ambito-juridico.com.br/site/index.php?n_link=revista_artigos_leitura&artigo_id=9169)>. Acesso em: jul 2015.

KAPLAN, A. **A conduta na pesquisa: metodologia para as ciências do comportamento**. São Paulo: Herder/USP, 1969.

KUHLMAN, T.; FARRINGTON, J. What is Sustainability? **Sustainability**, v. 2, n. 12, p. 3436-3448, 2010.

LEROYMERLIN. 2015a. **Calha de PVC**, marca ODEM. Disponível em <<http://www.leroymerlin.com.br/calha-de-pvc-branco-odem88471173?origin=9fc4b21db8109813cdcce209>>. Acesso em: 21 de junho de 2015.

LEROYMERLIN. 2015b. **Esquadro de 90°**, marca ODEM. Disponível em <[http://www.leroymerlin.com.br/esquadro-em-polipropileno-classic-branco-odem\\_88492523?origin=9fc4b21db8109813cdcce209](http://www.leroymerlin.com.br/esquadro-em-polipropileno-classic-branco-odem_88492523?origin=9fc4b21db8109813cdcce209)>. Acesso em 21 de junho de 2015.

LEROYMERLIN. 2015c. **Calha retangular**, marca CALHAFORTE. Disponível em <[http://www.leroymerlin.com.br/conductor-p-calha-galvanizado-retangular-corte-28-comprimento-2-m-calha-forte\\_85819552](http://www.leroymerlin.com.br/conductor-p-calha-galvanizado-retangular-corte-28-comprimento-2-m-calha-forte_85819552)>. Acesso em 21 de junho de 2015.

LEROYMERLIN. 2015d. **Bocal circular**, marca ODEM. Disponível em <[http://www.leroymerlin.com.br/bocal-de-pvc-para-conductor-branco-odem\\_88471103?origin=9fc4b21db8109813cdcce209](http://www.leroymerlin.com.br/bocal-de-pvc-para-conductor-branco-odem_88471103?origin=9fc4b21db8109813cdcce209)>. Acesso em: 21 de junho de 2015.

LEROYMERLIN. 2015e. **Caixa d'água de 10000 litros**, marca BAKOF TEC. Disponível em <[http://www.leroymerlin.com.br/caixa-dagua-fibra-de-vidro-10000l-multiuso-azul-2,82x2,31m-fortlev\\_86752001?origin=58f333fa12056684490dcd1a](http://www.leroymerlin.com.br/caixa-dagua-fibra-de-vidro-10000l-multiuso-azul-2,82x2,31m-fortlev_86752001?origin=58f333fa12056684490dcd1a)>. Acesso em 21 de junho de 2015.

LEROYMERLIN. 2015f. **Caixa d'água de 10000 litros**, marca TIGRE. Disponível em <[http://www.leroymerlin.com.br/caixa-dagua-fibra-de-vidro-10000l-azul-claro-bakoftec\\_89225843?origin=58f333fa12056684490dcd1a](http://www.leroymerlin.com.br/caixa-dagua-fibra-de-vidro-10000l-azul-claro-bakoftec_89225843?origin=58f333fa12056684490dcd1a)>. Acesso em 21 de junho de 2015.

MACHADO, P. A. L. **Direito Ambiental Brasileiro**. São Paulo: Malheiros, 2013. 1311 p.

MAY, S. **Estudo da viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações**. 2004. 159 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Construção Civil, São Paulo, 2004.

MURER, G. **A Missão Ambiental Do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina e seu Papel Junto ao Sistema Nacional de Meio Ambiente**. 2009. 73 f. Monografia (Curso de Altos Estudos Estratégicos) - Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

OIRERE, S. **Rainwater harvesting seen as solution for drought and flood control**. Disponível em: <[http://www.alternet.org/story/135403/rainwater\\_harvesting\\_seen\\_as\\_solution\\_for\\_drought\\_and\\_flood\\_control](http://www.alternet.org/story/135403/rainwater_harvesting_seen_as_solution_for_drought_and_flood_control)>. Acesso em: 31 julho 2015

OLIVEIRA, S. M. **Aproveitamento da água da chuva e reúso de água em residências unifamiliares: estudo de caso em Palhoça – SC**. 2005. 149 f. Monografia (Curso de Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Declaração universal dos direitos da água**. 1992. Disponível em: <<http://www.direitoshumanos.usp.br/index.php/Meio-Ambiente/declaracao-universal-dos-direitos-da-agua.html>>. Acesso em: 18 fev. 2011.

POPPER, K. R. **The logic of scientific discovery**. Londres: Hutchinson, 1959.

SANTA CATARINA. **Decreto nº 099, de 1 de março de 2007**. Torna obrigatória a instalação de sistema de captação de água da chuva em construções novas e reformas de prédios públicos. Procuradoria Geral do Estado de Santa Catarina. Disponível em: <[http://www.pge.sc.gov.br/index.php?option=com\\_wrapper&Itemid=163](http://www.pge.sc.gov.br/index.php?option=com_wrapper&Itemid=163)>. Acesso em: 10 de junho de 2015.

SENRA, J.B; BRONZATTO, L.A; VENDRUSCOLO, S. Captação de Água de Chuva no Plano Nacional de Recursos Hídricos. In: **VI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO E ARMAZENAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA**, 2007. Belo Horizonte. Anais do VI simpósio brasileiro de captação e armazenamento de água de chuva.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de Água de Chuva**. São Paulo: Navegar, 2003. 180 p.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva de cobertura em área urbana para fins não potáveis**. 2009. Disponível em :  
<[http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/livros/livro\\_ conservacao/ capitulo8.pdf](http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/livros/livro_conservacao_capitulo8.pdf)>.  
Acesso em: 02 de junho de 2015.

UNESCO. **Água para um Mundo Sustentável**: Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos. UNESCO, 2015.

VELOSO, N. S. L.; MENDES R. L. R. Aspectos legais do uso da água da chuva no brasil e a gestão dos recursos hídricos: notas teóricas. In: **XX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS**, 2013. Bento Gonçalves. Anais....