

## **Aproveitamento de Água Pluvial na Escola de Ensino Fundamental Professor Lapagesse - Estudo de Caso**

### ***Rainwater Utilization at the Elementary School Professor Lapagesse - Case Study***

**Mateus Dal Toé, Graduado, ESUCRI.**

mateus\_daltoa@hotmail.com

**Giziane de Brito, Esp., ESUCRI.**

giziane@esucri.com.br

**Humberto Almansa Carvalho, Msc., ESUCRI - FUCAP.**

hacxis@hotmail.com

#### **Resumo**

Este trabalho tem como propósito desenvolver um sistema de captação e armazenamento de água da chuva para a Escola de Ensino Fundamental Professor Lapagesse – EEFPL, Criciúma – SC. Isto é parte de um projeto integrado advindo da parceria entre a engenharia civil da ESUCRI e a EEFPL, direcionado para uma proposta de revitalização da escola. Este trabalho levou em consideração os seguintes aspectos: a destinação da e qualidade da água coletada, fatores meteorológicos, área de contribuição, dimensionamento dos coletores e capacidade de armazenamento. A viabilidade da implantação, entretanto, estava associada aos recursos da instituição para a implantação do sistema. Deste modo, o sistema foi dimensionado atendendo aos recursos do colégio, considerando a melhor relação entre custo de implantação e o balanço de despesas mensais. Como resultado verificou-se um período de retorno do investimento inferior a 3 anos.

**Palavras-chave:** Água pluvial; Captação de água; gerenciamento de água

#### **Abstract**

*This paper concerns a a system for collecting and storing rainwater project for the Escola de Ensino Fundamental Professor Lapagesse – EEFPL, Criciúma – SC. The Rainwater storage system is a part of an integrated project developed to revitalizing the school. It results of a partnership of ESUCRI's civil engineering department and EEFPL. The storing rainwater project conception included the following aspects: the destination of the water and the quality of the collected water, meteorology, rainwater contribution area, piping design and a reservoir dimensioning. The feasibility of the implementation, however, was associated with the resources of the institution for the implementation of the system. Therefore, the system was scaled considering the resources of the school, considering the balancing between cost of implantation and the monthly expenses. As a result, it was estimated a payback period under 3 years.*

**Keywords:** Rainwater; Water Recovery; Water Managing

## 1. Introdução

Apesar do conceito de sustentabilidade ser muito recente, a sociedade contemporânea tem acenado cada vez mais para este caminho. O setor da construção civil sentiu a necessidade de se adequar a este cenário, oferecendo edificações mais sustentáveis sob o aspecto de utilização de energias renováveis, reaproveitamento da água entre outras medidas.

Estas medidas implantadas nas edificações são respostas aos anseios de clientes cada vez mais preocupados com aspectos ambientais, mas também, atentos ao custo de manutenção e uso. Além disto, está aumentando gradualmente a exigência por certificações.

Para modelos de gerenciamento da água pluvial, Thomé (2016) cita cinco selos de sustentabilidade, também chamados de selos ecológicos ou ecolabels, que certificam produtos e serviços que levam em conta a preservação do meio ambiente. É possível destacar a Leed e o Selo Casa Azul.

Certificação Leed, acrônimo para o termo *Leadership in Energy and Environmental Design*, é um órgão certificador internacional direcionado para edificações. Segundo Thomé (2016), é adotado em 143 países e tem como propósito incentivar a transformação dos projetos, obra e operação das edificações, sempre com foco na sustentabilidade de suas atuações. Quem confere as certificações é o Green Building Council Brasil (GBCB). A organização atua incentivando a adoção de práticas de Green Building em um processo integrado de concepção, construção e operação de edificações e espaços construídos.

O Selo Casa Azul promovido pela Caixa Econômica Federal – CEF é uma classificação socioambiental para os projetos habitacionais financiados pela mesma. Tem como estratégia promover o uso racional de recursos naturais nas construções e a melhoria da qualidade da habitação. Dentre os 53 critérios de avaliação, divididos em 6 categorias encontra-se a gestão da água (THOMÉ, 2016).

Quando se fala em gestão da água sob o ponto de vista sustentável, a primeira ideia que nos vem à cabeça é a utilização de água pluvial para diversos fins. Porém, esta forma de armazenamento e aproveitamento da água da chuva não é tão recente quanto o conceito de sustentabilidade.

De acordo com Tomaz (2011), as técnicas de aproveitamento da água da chuva já eram utilizadas por povos pré-colombianos na península de Yucatã, no México. Segundo Peters (2006) apud Hagemann (2009) o primeiro registro de utilização da água de chuva em Santa Catarina ocorreu no século XVIII, na Fortaleza Santo Antônio de Ratonés. Esta Fortaleza foi construída na Ilha Ratonés localizada na Baía Norte da Ilha de Santa Catarina. Pelo fato da ilha ser desprovida de fontes naturais de água, construiu-se uma cisterna para armazenamento da água coletada dos telhados. Seu uso incluía o consumo humano.

Na atualidade, a falta e a perda da qualidade dos mananciais pela crescente poluição, associadas ao serviço de abastecimento público ineficiente e ao sistema de tratamento de água de esgoto também ineficiente, são fatores que tem despertado diversos setores da

sociedade para a necessidade da conservação da água. Portanto, a ideia de utilização da água da chuva está deixando de uma solução isolada, em casos especiais como o exemplo da Fortaleza de Ratoles, para ser implantada cada vez mais em edificações com os mais diversos propósitos.

O Japão é um país que tem implantado cada vez mais o sistema de aproveitamento da água de chuva em suas edificações. Gnadlinger (2003) apud Hagemann (2009) afirma que pelo menos 15 centros de convenções e centros de esportes, edificações que possuem grandes superfícies de telhado, coletam e armazenam toda a água de chuva em tanques totalizando um volume superior a 1 milhão de litros armazenados. Os fins para esta água coletada da chuva são, descargas de banheiros, irrigação de plantas e combate a incêndios. Em alguns casos, a água é filtrada a ponto de potabilidade.

Um exemplo positivo de aproveitamento da água de chuva pode ser encontrado na Casa 01, localizada no Condomínio Lagoa Dourada em Criciúma, Santa Catarina de propriedade do filósofo clínico Beto Colombo e Albany Colombo. Esta residência foi concebida pelo arquiteto Diego Espírito Santo com a colaboração da arquiteta Amanda Pamato de Souza, arquiteto paisagista Benedito Abbud, engenheiro Mauro César Sônego e arquiteta de interiores Vânia Marroni Búrigo, conta com um sistema de coleta e armazenamento de água da chuva, figura 01. (ZEVZIKOVAS, 2017).



**Figura 1: Cisternas para armazenamento da água coletada. Fonte: elaborado pelos autores (2018).**

Pelo fato da edificação atender a preceitos de sustentabilidade, rendeu a este projeto o Prêmio Saint-Gobain de Arquitetura – Habitat Sustentável 2017 nas categorias Destaque Sustentabilidade e Profissional Modalidade Residencial. Este prêmio nacional está na 4ª edição e visa premiar projetos que apresentem melhores soluções para o uso racional de recursos naturais. Além da premiação, é constatado o benefício econômico, com significativa redução do uso de água fornecida pela rede de abastecimento e menor risco de ficar sem água em situações de desabastecimento, manutenção na rede ou outra eventualidade.

Tomaz (2011) afirma que é viável economizar 30% da água potável, adotando o sistema de coleta e armazenamento da água da chuva. Além disto, evita-se a utilização de água tratada para fins diversos como na descarga de vasos sanitários, irrigação de jardins,

limpeza, etc. A captação de água da chuva via cisternas, pode contribuir para redução dos danos por chuvas intensas, represando parte da água que teria de ser drenada para galerias e rios, encoraja a conservação de água, a autossuficiência e uma postura ativa perante os problemas ambientais do planeta.

Sabendo dos benefícios da utilização da água da chuva, este trabalho tem como proposta desenvolver e implantar um sistema de captação e aproveitamento de água pluvial a como parte de um projeto de revitalização de uma escola pública. Esta foi promovida pela parceria entre o curso de engenharia civil da ESUCRI e Escola de Ensino Fundamental Prof<sup>o</sup> Lapagesse.

## 2. Projeto de Revitalização da Escola

É notório que muitas instituições públicas de ensino passam por dificuldades em relação preservação do seu patrimônio físico devido ao elevado custo de manutenção. Não obstante, a Escola de Ensino Fundamental Prof<sup>o</sup> Lapagesse – EEFPL, já apresentava problemas de conservação, figura 2.



**Figura 2:** Situação de conservação da escola. Fonte: Carvalho, Rommel e Silva (2017).

Considerando o problema de investimento na infra-estrutura, a administração escolar tem recorrido à colaboração da iniciativa privada, que por sua vez disponibilizaria recursos mediante a apresentação de um projeto de recuperação. Mediante a esta situação, em 2016 a direção da EEFPL tomou a iniciativa de propor uma parceria para o curso de Graduação de Engenharia Civil – ESUCRI. Esta proposta envolveria o desenvolvimento de um projeto de revitalização da escola, desenvolvido pelos estudantes de graduação sob a orientação dos professores.

Desta iniciativa a EEFPL e a ESUCRI firmariam um termo de parceria para o desenvolvimento de um projeto de revitalização da escola. Esta proposta está apoiada em dois princípios: Projeto Integrado entre os estudantes das diferentes disciplinas baseado na; Realidade Aplicada onde podem desenvolver o aprendizado em estudos de casos reais; e,

Proposta de uma revitalização utilizando princípios sustentáveis associados à qualidade do espaço, redução do custo de manutenção, reaproveitamento da água, entre outras medidas.

Segundo Carvalho, Rommel e Silva (2017) o Projeto Integrado deveria envolver acadêmicos, professores com diferentes especialidades. A motivação estaria vinculada a atividades de aulas, atividades extracurriculares, pesquisas e trabalhos de conclusão de curso - TCC.

### 3. Captação e Aproveitamento de Água Pluvial

A Escola de Ensino Fundamental Professor Lapagesse, funciona nos turnos matutino e vespertino. Conta com um total de 746 alunos com faixa etária entre 7 a 15 anos de idade. Conta também com a presença de aproximadamente 50 funcionários, incluindo professores e demais colaboradores.

Sua infraestrutura conta com salas de aula, ginásio de esportes, biblioteca e laboratórios, refeitório e setor administrativo. As atividades se concentram em 3 edificações incluindo o ginásio de esportes.

Para atender a esta população, foi observado o consumo médio mensal de água de 55,85m<sup>3</sup> referente aos últimos 33 meses, gráfico 1. Contudo observou-se que durante este período um aumento no consumo devido a vazamento nas tubulações devido sua precariedade de manutenção que só viria a ser normalizado após reparos no sistema.

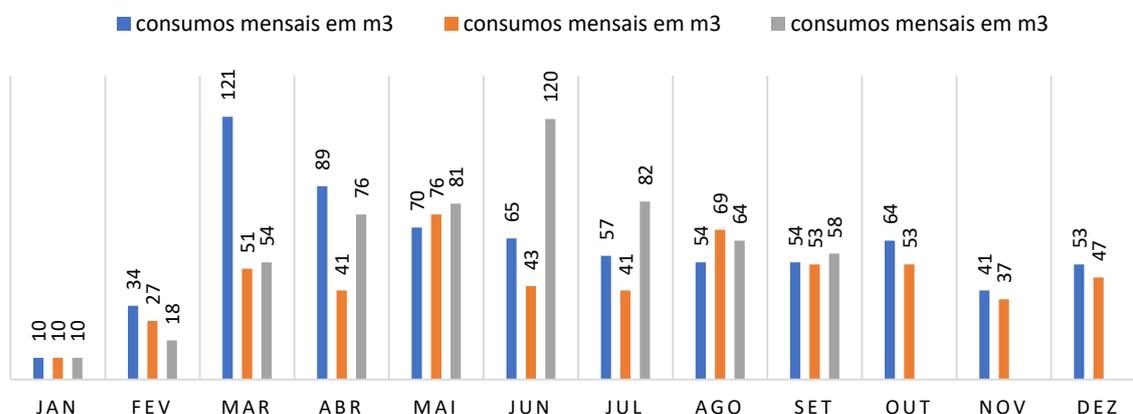
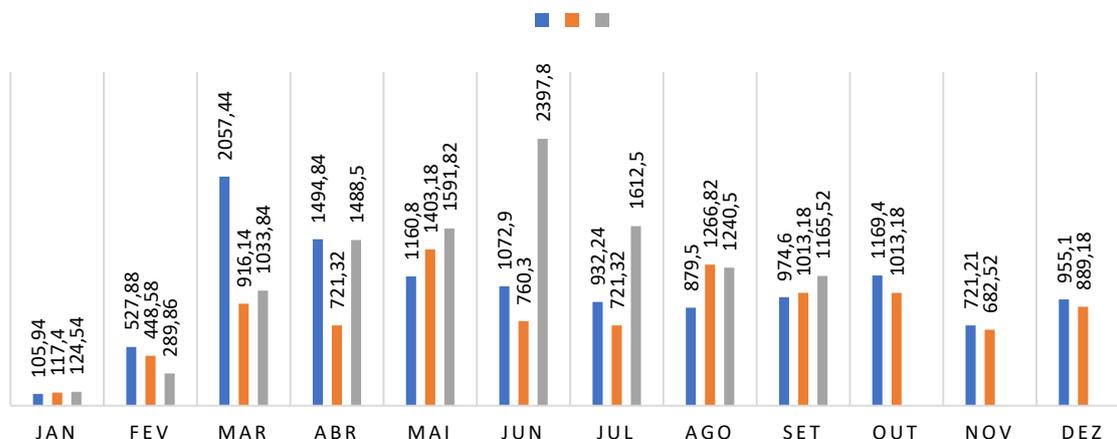


Gráfico 1: Consumo de água anos 2016, 2017 e 2018. Fonte: Casan, (2018).

O gráfico 2 aponta o custo pertinente ao consumo de água.

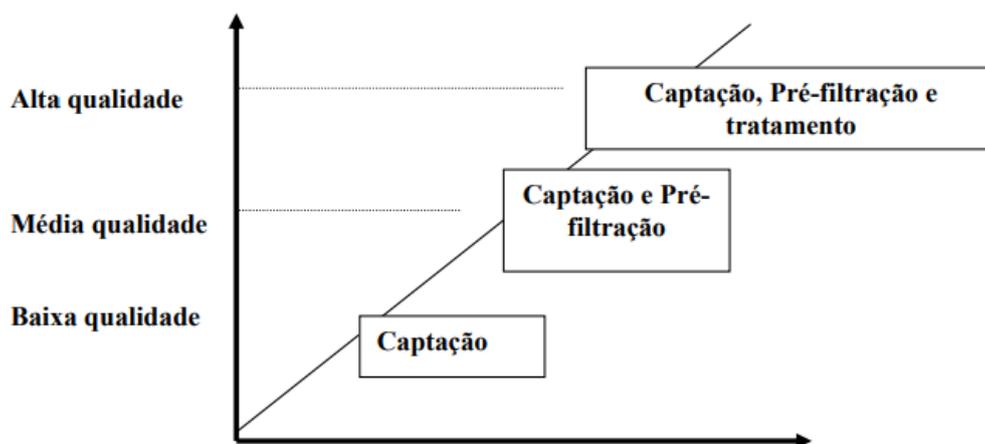


**Gráfico 2: Tarifas pagas a Casan nos anos de 2016, 2017 e 2018. Fonte: Casan, (2018).**

Observa-se que no ano de 2016 um gasto total de R\$ 12.051,85, no ano de 2017 um gasto total de R\$ 9.953,12 e no ano de 2018 até o mês de setembro já foi gasto o valor de R\$ 10.944,88. Portanto, para fins de análise do consumo foram desconsiderados os meses que apresentaram aumento de consumo supostamente causados pelos vazamentos.

### 3.1 Aplicação da água pluvial

De acordo com Heesink (2001) apud Tomaz (2011), a água de chuva captada pode apresentar 3 níveis de qualidade conforme etapas aplicadas ao processo de coleta e armazenamento, figura 4.



**Figura 4: Etapas de captação da água de chuvas Fonte: Tomaz, (2011)**

Baseado nas considerações sobre a aplicabilidade da água, estimativa de implantação do sistema e potencial de uso. Observou-se que parte representativa da água consumida da escola é destinada a descargas.

Portanto, optou-se pelo sistema mais simplificado de captação obtendo um armazenamento de água com qualidade inferior à potabilidade. Mesmo assim, verificou-se que o uso destinado às descargas é muito representativo em relação aos demais usos. Deste modo, foi arbitrado 80% da média de consumo dos últimos 33 meses, um volume mensal de 44,67m<sup>3</sup> para o dimensionamento do sistema de aproveitamento de água da chuva destinado para descargas no sistema sanitário.

### 3.2 Planejamento e Dimensionamento do Sistema

Para dimensionar o sistema de captação aplicou-se o método de Rippl. Tomaz (2011) refere-se ao método de Rippl como o mais usual para o dimensionamento de reservatório e aproveitamento da água da chuva, de maneira simples e de fácil aplicação. A razão para a adoção deste método é o dimensionamento de um reservatório estimado para suprir a demanda em períodos em que a chuva captada não supere a demanda.

Segundo NBR 15527/07 (2007), segue a equação a ser adotada para cálculo no método Rippl (equação (1)). Neste método podem-se usar as séries históricas mensais ou diárias.

$$S(t) = D(t) - Q(t) \quad (1)$$

Sendo:

Q (t) - C x precipitação da chuva (t) x área de captação; V -  $\Sigma S(t)$ , somente para valores S (t) > 0;  $\Sigma D(t) < \Sigma Q(t)$ ; S (t) - volume de água no reservatório no tempo t; Q (t) é o volume de chuva aproveitável no tempo t; D (t) - demanda ou consumo no tempo t; V - volume do reservatório; C - coeficiente de escoamento superficial.

Fatores Meteorológicos – O Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), órgão do ministério da agricultura, pecuária e abastecimento, fornece gráficos climatológicos, chamado de Normais Climatológicos, A Organização Meteorológica Mundial (OMM) define Normais como “valores médios calculados para um período relativamente longo e uniforme, compreendendo no mínimo três décadas consecutivas” e padrões climatológicos normais como “médias de dados climatológicos calculadas para períodos consecutivos de 30 anos.

Área de Contribuição – Devido a péssima condição de manutenção das coberturas em telhas cerâmicas e excesso de resíduos acumulados nas mesmas, verificou-se a possibilidade de utilizar apenas a cobertura do ginásio como área de contribuição. Área de

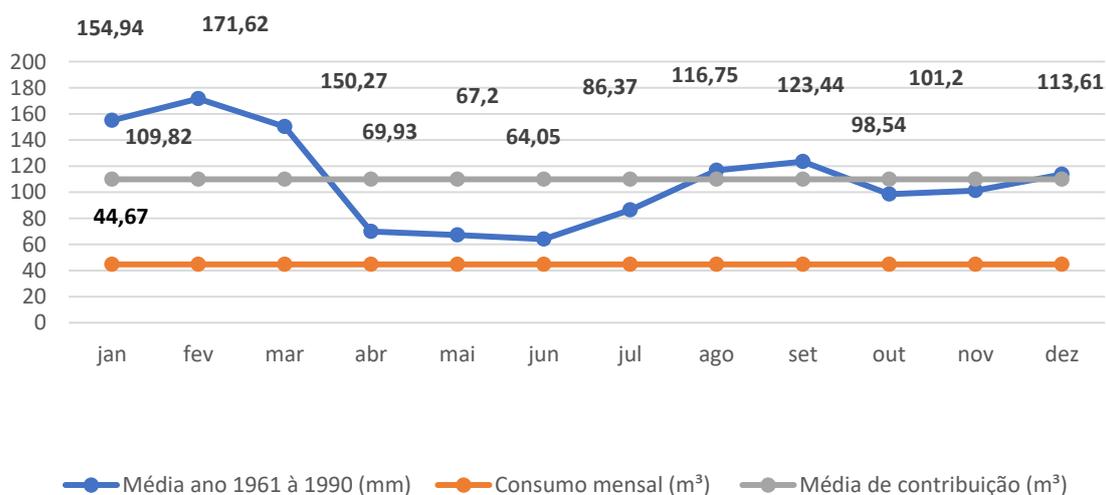
contribuição do ginásio foi de 1007,20m<sup>2</sup> a partir do cálculo da superfície de cobertura de 982,64m<sup>2</sup>.

Calhas, Coletores Verticais e Horizontais – o sistema de escoamento do ginásio é composto por 2 calhas e contendo 6 condutores verticais, todos com DN 100mm para cada uma das calhas totalizando 12 condutores que seguem até as caixas de passagem, figura 5.



**Figura 5: Coletores Verticais. Fonte: Autores, (2018).**

O gráfico 3, mostra a Normal Climatológica dos anos de 1961 à 1990 para a região de Urussanga - SC, a média da Normal Climatológica e a capacidade de armazenamento das cisternas.



**Gráfico 3: Normal Climatológica x Média da Normal Climatológica x Capacidade de armazenamento das cisternas. Fonte: Autor, (2018).**

Por meio do modelo aplicado verificou-se um potencial de captação anual de água equivalente a 1.317,55m<sup>3</sup>. Isto representa um potencial de captação aproximadamente 2,5 vezes mais do que o necessário para suprir a demanda estimada, 536,04m<sup>3</sup>/ano.

### 3.3 Custos e Benefícios da Implantação do Sistema

Mediante a implantação do sistema, a capacidade mensal de utilização da água pluvial coletada para descargas, limpeza e manutenção de jardim será plena durante o ano inteiro. Deste modo, a contribuição da água pluvial reflete em dois aspectos para a redução da conta de água: o primeiro está vinculado diretamente a redução de consumo de água potável que pode ser estimada em até 80% do total; o segundo está vinculado a redução da tarifa para consumo determinado consumo.

Conforme apresenta a tabela 1, o consumo de até 10m<sup>3</sup> ao mês para edificações não residenciais entra na cobrança tarifária 1 e acima deste valor é cobrado como tarifa 2. O custo da tarifa dois representa um acréscimo de 60% em relação ao m<sup>3</sup> da água distribuída.

| Tabela tarifária (não residencial) |                           |
|------------------------------------|---------------------------|
| 1                                  | Até 10,00 m <sup>3</sup>  |
| 2                                  | maior 10,00m <sup>3</sup> |

**Tabela 1: Tabela tarifária da CASAN para edificações não residenciais Fonte: Autor, (2018).**

Portanto, a partir da implantação do sistema de aproveitamento da água da chuva estimada neste trabalho de 80%, 44,67m<sup>3</sup>/mês, pode gerar uma economia no consumo de água da rede publica por meio da redução da tabela tarifária, e ainda por cima, redução da taxa de esgoto que acresce 100% sobre o consumo de água.

Apesar disto, existe um custo de implantação do sistema. Baseado no quantitativo de materiais e mão-de-obra, elaborou-se um orçamento cujo despesas totais são apresentadas na tabela 2.

| Orçamento                    |           |
|------------------------------|-----------|
| Material                     | 21.868,84 |
| Mão de obra - JF Aquecedores | 10.000,00 |
| Total                        | 31.868,84 |

**Tabela 2: Custo de implantação Estimado em Novembro de 2018 Fonte: Autor, (2018).**

O total de investimento de material foi de 21.868,84 reais cotados no dia 06 de novembro de 2018, em uma loja tradicional de Criciúma no setor de materiais de construção. A mão-de-obra foi orçada por uma empresa especializada da região.

A tabela 3 apresenta o tempo de retorno do investimento para a implantação do sistema de aproveitamento da água da chuva na escola.

| Retorno do investimento |              |
|-------------------------|--------------|
| Investimento total      | R\$31.868,84 |
| Economia anual          | R\$11.564,09 |
| Tempo de retorno        | 33 meses     |

**Tabela 3: Retorno do Investimento Fonte: Autor, (2018).**

A tabela apresentada estima um retorno do investimento para a implantação do sistema inferior a 3 anos.

#### **4. Considerações Finais**

O desenvolvimento do presente estudo de aproveitamento da água da chuva na EEF Prof<sup>o</sup> Lapagesse, possibilitou uma melhor compreensão dos recursos naturais de nosso planeta, mostrou que existe muitos recursos inexplorados e que devem ser aplicados em projetos de engenharia, contribuindo com o meio ambiente, ensinando as novas gerações a dar mais importância aos recursos pluviais.

O Estudo e análise dos referenciais bibliográfico voltados ao sistema de aproveitamento da água da chuva para a EEF Prof<sup>o</sup> Lapagesse, indicavam de forma genérica que a implantação do sistema será viável e poderá gerar uma economia de 30% nas faturas.

A pesquisa feita na escola, com uma amostra de 21,48% entre alunos e professores, se mostrou incompatível com o consumo real, a pesquisa foi mantida no trabalho, porém os dados para base cálculo de 80% da média anual foram arbitrados.

O dimensionamento das áreas de contribuições, foram feitos para todas as áreas da escola, ao observar que seria uma área de contribuição muito grande e que apenas a área de cobertura do ginásio seria o suficiente para suprir a necessidade da escola. Visando a economia na execução do sistema de aproveitamento da água da chuva, foi definido e dimensionado apenas com a área de contribuição do telhado de cobertura do ginásio.

Este estudo de caso contribui para os diferentes departamentos, públicos e privados, mostra que a implantação de um sistema de aproveitamento de águas pluviais é viável, gera um retorno econômico e contribui sustentavelmente. A implantação de sistemas semelhantes a este em órgãos públicos se torna exemplo e encoraja outros setores a utilizarem a água da chuva para fins não potáveis.

A escola com elevada capacidade de coleta de recursos pluviais pelo telhado de cobertura do ginásio, e o histórico de precipitação da região, demonstra que a água captada é muito maior que a demanda gerada pela escola, o que trará um retorno relativamente curto para os investimentos, somente 33 meses.

Conclui-se que em média o consumo de água para os vasos sanitários será 44,67m<sup>3</sup>/mês. E a média de água da chuva acumulada será de 100% (45m<sup>3</sup>) da capacidade dos reservatórios. Sendo assim, o tempo de retorno para os investimentos feitos no sistema de aproveitamento de água pluvial, será de 33 meses, gerando uma economia de 80% ao mês.

## Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15.527/07. Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos. Rio de Janeiro, 2007.

CARVALHO, H. A.; SARTORI, B.R.; SILVA DA, L.A.A. Modelo de gestão de atividades multidisciplinares integradas do curso de graduação em Engenharia Civil, aplicadas na revitalização de escola pública: Escola de Ensino Fundamental Professor Lapagesse. In: ENCONTRO DE SUSTENTABILIDADE EM PROJETO 5., 2017, Florianópolis. Anais... UFSC/VIRTUHAB, 2017. p. 500-510.

CASAN. COMPANHIA CATARINENSE DE ÁGUAS E SANEAMENTO. 2018. Disponível em: < <https://www.casan.com.br/#0> >. Acesso em: 18.outubro.2018

GNADLINGER, João. COLHEITA DE ÁGUA DE CHUVA EM ÁREAS RURAIS. Março de 2000. Joazeiro, Bahia: 2000

HAGEMANN, Sabrina Elicker. AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DA CHUVA E DA VIABILIDADE DE SUA CAPTAÇÃO E USO. Março de 2009. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria: 2009

HEESINK, Bert. Rainwater treatment technology for affordable quality drinking water. Germany, 2001.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. 2018. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/graficosClimaticos>>. Acesso em: 18.outubro.2018.

THOMÉ, Brenda Bressan. Sienge Platform. 2016, Disponível em < <https://www.sienge.com.br/blog/selos-de-sustentabilidade-agregando-valor-as-suas-obras/> > Acesso em: 02.Dezembro.2018

TOMAZ, Plinio. Aproveitamento de água da chuva em áreas urbanas para fins não potáveis. São Paulo: Plinio Tomaz, 2011.

ZEVZIKOVAS, Rodrigo. ArteSP. 2017. Disponível em: <http://artesp.org.br/casa-de-criciuma-e-vencedora-do-premio-saint-gobain-de-arquitetura-habitat-sustentavel/>. Acesso em: 18/Outubro/2017