



cbESF

Natal - RN

**V Congresso Brasileiro dos
Engenheiros Sem Fronteiras**

2018

**ENGENHEIROS SEM FRONTEIRAS – NÚCLEO SÃO PAULO
PROJETO “CISTERNAS NAS ESCOLAS NA
E.M.E.F. DESEMBARGADOR AMORIM LIMA”**

Bárbara Passos Triginelli^a, Romeu Amadeus Scarponi Piccolotto^a, Bruno Nogueira Fukasawa^a, Alexandre Barreira Alves^a, Ligia Monteiro da Silva^a

^a Núcleo São Paulo, São Paulo, SP

* projetcisternas@esfsaopaulo.org;

Resumo: *O presente artigo descreve o projeto Cisternas nas Escolas desenvolvido com alunos do 6º ano da E.M.E.F. Desembargador Amorim Lima, localizada na região metropolitana de São Paulo. Com o objetivo de apresentar temas teóricos vistos em sala de aula de forma prática, foram desenvolvidas e realizadas 15 atividades lúdicas entre, jogos, apresentação de maquetes, realização de experimentos, entre outros, para desenvolvimento dos diversos conceitos apresentados no roteiro de estudos da escola com o tema água, e a elaboração de um projeto de engenharia de sistema de captação de água da chuva, o qual foi implantado ao final. Com uma capacidade de armazenamento de 2.500l, foi implantado o sistema após elaboração de projeto pelos alunos, e de forma paralela, pelos voluntários do ESF -SP. Com a finalidade de limpeza das dependências da escola, estima-se que ao final de um ano serão economizados 86.400 l.*

Palavras-chave: *Cisterna. Água da chuva. Educação Integral.*

1 INTRODUÇÃO

A Educação Integral compreende que a educação deve promover o desenvolvimento dos envolvidos em todas as suas dimensões – intelectual, emocional, social, cultural e física. Com isto, tem o objetivo de formar sujeitos críticos, autônomos e responsáveis com o entorno em que vivem. Para tanto, utiliza-se da integralização dos conhecimentos e a apresentação de conceitos de forma direcionada e aplicada, facilitando seu entendimento e internalização.

Como forma de garantir a aplicação do método de forma assertiva, tem sua base fundamentada em uma gestão democrática, onde, além dos agentes regulares como professores e pais, o aluno faz parte do conjunto de autores responsáveis pela sua formação, auxiliando-o no interesse pelo conhecimento apresentado.

Com a ideia de que a prática auxilia no entendimento de conceitos abstratos, o profissional de engenharia pode oferecer ferramentas de ensino de ciências exatas e naturais através do desenvolvimento de projetos que incluam conceitos aprendidos durante os primeiros anos de estudos e de fácil execução, como o sistema de captação de água de chuva.

Além disso, a captação de águas pluviais apresenta-se como uma oportunidade economicamente viável para aumentar a disponibilidade hídrica e atingir a sustentabilidade ambiental no abastecimento de água para fins não potáveis (RIGHETTO, 2009). Apesar de diversos fatores contribuírem positivamente para a difusão de cisternas que armazenam o



cbESF
Natal - RN

**V Congresso Brasileiro dos
Engenheiros Sem Fronteiras
2018**

volume de chuva, faltam modelos de incentivos financeiros à instalação de tais estruturas (GOMES, DOMÈNECH, PENA, HELLER, E PALMIER, 2014).

Nesse sentido, o programa Cisternas nas Escolas se contextualiza na apresentação do engenheiro como auxiliar na formação da educação de alunos da rede pública através do desenvolvimento de um projeto de engenharia, que tem a finalidade de promover a sustentabilidade nas escolas disponibilizando fonte alternativa de água.

2 JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS

O programa “Cisternas nas Escolas” teve seu início em 2017, tendo até o momento atuado em três escolas da região metropolitana de São Paulo. Com a vontade de desenvolver maior interesse em alunos da rede pública de ensino em matérias da área de exatas e ciências, tem como principal objetivo apresentar temas teóricos vistos em sala de aula de forma prática, através de um projeto de engenharia.

Especificamente, o projeto realizado na E.M.E.F. Desembargador Amorim Lima, teve como objetivos:

- Desenvolver o roteiro “água” dos alunos do 6º ano através de uma dinâmica diferente, onde os objetivos estudados seriam as ferramentas necessárias para o desenvolvimento do projeto de engenharia de captação de água da chuva.
- Desenvolver habilidades como raciocínio lógico, integração de assuntos e noção de espaço nos alunos participantes do projeto.
- Disponibilização de fonte alternativa de água não potável para a escola, trazendo economia de recurso com qualidade superior.

3 DESCRIÇÃO DO PROJETO

3.1 A Escola, E.M.E.F. Desembargador Amorim Lima

Localizada na zona oeste da cidade de São Paulo, a E.M.E.F. Desembargador Amorim Lima é uma escola com conceitos de educação diferentes das escolas públicas tradicionais. Com o lema “Há escolas que são asas”, de Rubem Alves, propõe em seu Projeto Político Pedagógico que o aluno desenvolva sua rotina de estudos de forma individual, sendo o professor seu ponto de apoio, e não seu guia.

Cada aluno tem um educador tutor responsável pela avaliação de seu progresso e apoio em outros assuntos relacionados a rotina escolar. A apresentação do conteúdo teórico é feita através de roteiros de pesquisas, entregues ao longo do ano, com alguns “objetivos” que devem ser estudados através de pesquisas em diversos livros e internet. Esses roteiros de pesquisas possuem temas como: água, cartografia, civilizações, entre outros, possibilitando a integração de diversas matérias em um único roteiro.

Após a finalização do roteiro de pesquisa, a fim de fixar os conhecimentos adquiridos, o estudante elabora um portfólio sobre o assunto estudado o qual será avaliado pelo seu educador tutor, não existem provas, o que fortalece algumas habilidades pouco desenvolvidas com o método tradicional de avaliação como a argumentação e estruturação de ideias.



3.2 Dinâmica Educacional

Para o desenvolvimento do projeto de captação de água da chuva da escola, em conjunto com uma das professoras de matemática, Profa. Maria Silvia, foram desenvolvidas atividades práticas e experimentos para execução do roteiro de pesquisa “água”. As atividades eram realizadas em um espaço chamado “Laboratório de Ideias”, local equipado com ferramentas diversas, proporcionando um ambiente de desenvolvimento da criatividade, aprendizado e inovação.

As atividades iniciaram-se em março deste ano e foram finalizadas com a montagem do sistema em julho com a participação de 15 (quinze) voluntários, professores e funcionários da escola e comunidade. Ao todo foram desenvolvidas 15 (quinze) atividades em 03 (três) turmas de 30 (trinta) alunos do 6º ano. A proposta criou uma linha de entendimento do tema no âmbito local até o global, fornecendo as ferramentas necessárias para o desenvolvimento do projeto final.

Iniciou-se o projeto com a apresentação do problema de escassez de água no município. A partir deste cenário os alunos foram estimulados a pensar em soluções para a economia do recurso na escola, apresentando ao fim a chuva como fonte alternativa de água. A ideia de apresentar o problema e buscar soluções nos alunos é importante para desenvolver o sentimento de posse com o projeto, fazendo com que o este se torne protagonista da ação e o professor e voluntários do ESF - SP peças auxiliaadoras no alcance de seu objetivo final.

Para entender a importância da água em nossas vidas, os alunos escreveram redações com o tema “A vida sem água”, onde deveriam descrever alternativas para atividades simples do cotidiano como tomar banho, escovar os dentes e lavar a louça. Além disso foram apresentados vídeos e realizadas discussões de como a água foi importante para o surgimento de diversas civilizações e como o homem passou a tratar o recurso conforme a tecnologia foi se desenvolvendo.

Através de um jogo de adivinhação, os alunos aprenderam como a água está distribuída no mundo (entre água doce e salgada) e qual a disponibilidade da água doce no mundo e no Brasil. Além disso, de que forma usamos essa água entre diversas atividades importantes para nosso dia a dia como abastecimento urbano e agricultura.

Figura 1: Alunos participando do jogo relacionado a distribuição de água do mundo e no Brasil



Além da diferenciação entre água doce e salgada os alunos puderam aprender, através de experimentos, os diferentes estados em que a água se apresenta. Ao final foi elaborado um cartaz com essas mudanças e apresentados a todos, como uma das formas de avaliação proposta pela metodologia da escola.



cbESF
Natal - RN

V Congresso Brasileiro dos
Engenheiros Sem Fronteiras
2018

Figura 2: Experimentos de mudanças dos estados físicos da água



Figura 3: Cartaz do ciclo da água



Com o entendimento do recurso estudado e suas propriedades materializado, os alunos, através de maquetes, entenderam como a água pode estar presente no ambiente através de rios e aquíferos, por exemplo. Além disso, como é o percurso da natureza até nossas casas e o tratamento necessário para ocorrer seu consumo.

Figura 4: Maquete de bacia hidrográfica e Estação de Tratamento de água



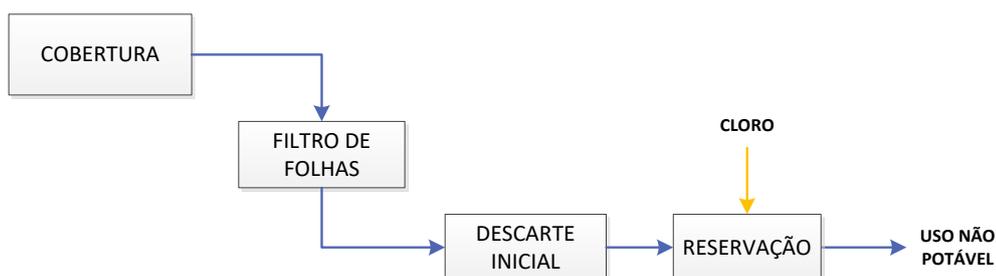


3.3 Dinâmica Técnica

Com o tema água consolidado iniciou-se as atividades relacionadas ao projeto de engenharia em si, o qual colocaria as ferramentas aprendidas até o momento em prática. Considerando que o sistema de aproveitamento de água da chuva tem o objetivo de reduzir o consumo de água não-potável, iniciou-se o projeto mapeando os locais de uso, como limpeza e rega de plantas, estimando tais demandas a fim de dimensioná-lo para as finalidades desejadas.

O sistema é composto por uma calha e condutores verticais, para condução das águas pluviais captadas na área determinada pelo projeto, pré-filtro de folhas, que tem o objetivo de realizar um tratamento simplificado através da limpeza mecânica de possíveis folhas e sólidos que são carregados com a chuva, descarte inicial (first flush), o qual armazena poluentes que não serão removidos pelo pré-filtro e que comprometem a qualidade da água, do armazenamento em si e cloração da água, conforme figura a seguir. Este deve ser projetado de forma a otimizar custos e permitindo sua fácil construção e operação.

Figura 5: Fluxograma esquemático do sistema de aproveitamento de água de chuva



4 RESULTADOS

Foram realizadas 05 (cinco) atividades com os alunos para elaboração do projeto do sistema de captação de água da chuva que seria instalado. Os dados para tal foram coletados de forma similar a realizada pelos voluntários do ESF-SP.

Inicialmente foram levantadas as demandas de água da escola para o serviço de limpeza geral e dos pisos, pois considerou-se que o uso para essa atividade tinha maior potencial de economia para a escola, dentre os possíveis para água não-potável. Através de entrevista com a responsável pela limpeza, Sra. Carla, levantou-se que o volume estimado de uso diário era de 720 litros, o que representa cerca de 6% do total consumido pela escola mensalmente.

Além disso, foram levantadas informações das possíveis áreas de captação. Através de imagens aéreas, obtidas com auxílio de um drone e do Google Maps®, constatou-se que a área total de telhado é de 650 m², divididas em quatro águas. Para melhor apresentação aos alunos e desenvolvimento da atividade foi desenhada planta baixa da escola pelos voluntários.

A partir da memória dos alunos foi elaborada a planta baixa da escola para reconhecimento do ambiente e localização dos locais em que se utilizam a água no serviço de limpeza. Com essas informações consolidadas foi apresentada a planta baixa da escola desenhada pelos voluntários e, em conjunto, decidido o melhor local para instalação da cisterna, o qual teve seu local detalhado pelos alunos. Desse modo, a escolha da área de captação deu-se principalmente pela proximidade aos potenciais usos, próxima ao salão aonde



cbESF
Natal - RN

**V Congresso Brasileiro dos
Engenheiros Sem Fronteiras
2018**

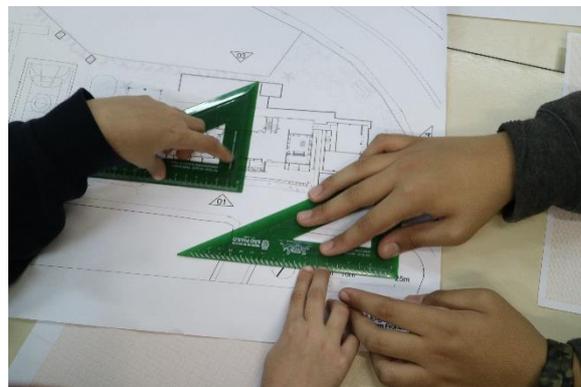
será utilizado a água captada, e pela mínima intervenção que deveria ser feita nas edificações existentes, resultando em uma área de captação de 133 m².

Figura 6: Área de cobertura do telhado considerada para o projeto



Fonte: Google Maps®

Figura 7: Detalhamento da planta baixa com o local de instalação do sistema de água da chuva.



A escola não possuía calhas ou condutores verticais, desse modo foi realizado seus dimensionamentos por dois métodos práticos indicados em Tomaz (2005). Optou-se por calha com bocal único para que toda a água coletada escoe pelo mesmo condutor vertical. Esta foi instalada por empresa especializada, dada a maior complexidade de execução.

A tubulação de captação conta com dispositivo simplificado de tratamento, denominado “filtro de folhas” que, a partir de uma tela mosquiteiro e uma queda em 45°, faz uma limpeza mecânica de possíveis folhas e sólidos que são carregados com a chuva (Figura 8). Para melhor entendimento dos alunos sobre o seu funcionamento, foi realizada oficina de montagem do filtro.



Figura 8: Esquema de Filtro de Folhas



Fonte: www.sempresustentavel.com.br/hidrica/minicisterna/filtro-de-agua-de-chuva.html

Figura 9: Oficina de construção de filtro de folhas



Adicionalmente, é essencial o descarte do primeiro escoamento de chuva, o qual arrasta grande quantidade de poluentes que não serão removidos pelo filtro, e que comprometem a qualidade da água a ser utilizada. Recomenda-se que os dois primeiros milímetros (ABNT, 2007) sejam separados e rejeitados, prática denominada “descarte inicial”.

$$V_{\text{descarte inicial}} = 2\text{mm} \times 133\text{m}^2 = 0,265\text{m}^3 = 265\text{l}$$

Desse modo, para o volume de descarte inicial optou-se pela utilização de bombona/tambor de 240 litros de volume, valor ligeiramente inferior ao calculado, comercialmente disponível e de baixo custo. O condutor vertical será desviado após o filtro de folhas e ingressará ao tanque de descarte inicial. Uma vez que este tenha seu volume satisfeito, a água afluyente irá se encaminhar diretamente ao tanque de reservação.

Para as condições de projeto apresentadas, o potencial de aproveitamento foi definido por meio de modelagem matemática desenvolvida pelo Laboratório de Eficiência Energética em Edificações – Labeee da Universidade Federal de Santa Catarina, por meio do software gratuito Netuno. Os dados de entrada utilizados são:

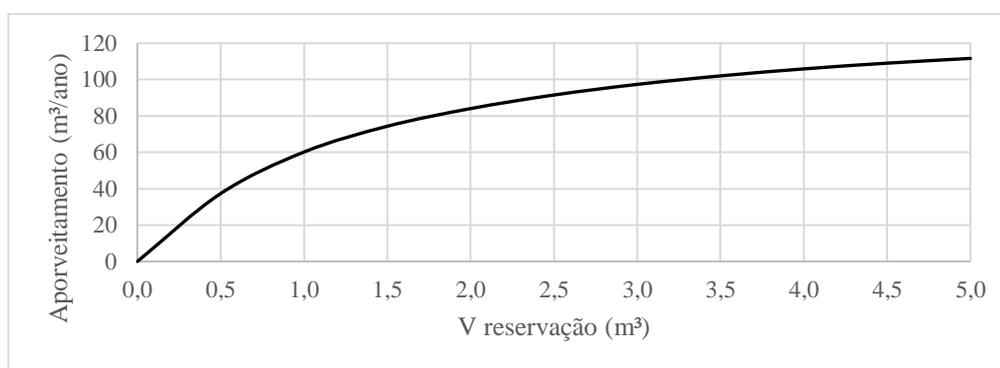
- **Área de captação:** 133m²
- **Série histórica:** Estação Mirante Santana (cód. 83781) – 1965 a 2018 – fonte BDMEP INMET
- **Descarte inicial:** 2mm
- **Faixa de volume de reservação simulada:** de 0 a 5,0m³
- **Coefficiente de runoff:** 0,80



- **Demanda (seg a sex):** 720 l/dia
- **Demanda (sáb e dom):** 0 l/dia

O programa expressa os resultados em termos de gráfico que relaciona volume de reservatório e potencial de aproveitamento estimado (Figura 10). Conforme o volume aumenta, o aproveitamento também cresce. No entanto, o aumento do aproveitamento não é diretamente proporcional ao aumento do volume, o que significa que, a partir de um determinado ponto, o incremento de volume resulta em pequenos ganhos de aproveitamento.

Figura 10: Gráfico dos resultados da simulação pelo Netuno



Fonte: Netuno

Tabela 1: Aproveitamento absoluto e potencial porcentual para anos simulados no Netuno

V (m³)	Aproveitamento (m³/ano)	Potencial (%)
0,0	0	0
0,5	37,3	19,9
1,0	60,2	32,1
1,5	74,3	39,6
2,0	84,0	44,8
2,5	91,5	48,8
3,0	97,4	51,9
3,5	102,0	54,4
4,0	105,9	56,4
4,5	109,0	58,1
5,0	111,7	59,5

O volume de reservação foi definido com base na variação dos potenciais de aproveitamento apresentados na Tabela 1 e na disponibilidade de tanques no mercado. Desta maneira, foi escolhido o volume para o projeto de 2.500 l que resulta em aproveitamento médio de 49%, por ser comercialmente disponível e de simples obtenção em lojas de material de construção. Volumes superiores não resultam em aumento significativo no aproveitamento, e utilizá-los implicaria em altos custos de implantação sem retorno equiparável.

Por conta da complexidade dos conceitos apresentados pelo programa utilizado, os alunos obtiverem o volume de reservação a partir da demanda levantada e do acordo entre todos do tempo ideal de armazenamento da água em uma semana. Sendo assim, foi obtido número próximo a 2.500 l, assim como o calculado pelos voluntários do ESF -SP.

Para desinfecção da água armazenada, de acordo com recomendações da ABNT (2007) será feita com aplicação de cloro comercial, comumente denominado como água sanitária, a qual deve ser aplicada diariamente, por conta do volume do reservatório.



cbESF
Natal - RN

**V Congresso Brasileiro dos
Engenheiros Sem Fronteiras
2018**

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das atividades realizadas com os alunos do 6º ano da E.M.E.F. Desembargador Amorim Lima foi possível desenvolver os conceitos apresentados no roteiro com o tema água, de forma dinâmica e interligada, através do projeto de engenharia da cisterna. Além disso, os alunos puderam participar de todas as etapas de implantação de uma estrutura que fará parte do cotidiano da escola, sendo essa apropriação do espaço de grande importância para o funcionamento e manutenção de algo novo na rotina.

Para verificação da internalização do conhecimento e mudança de hábitos após a participação do projeto, pretende-se aplicar um questionário aos participantes, após 6 meses.

Com relação a nova fonte de água estima-se que, ao final de um ano, o sistema proposto gere economia de 86,4 m³ de água. Para tal verificação, será instalado um sistema automatizado de medição de nível de água. Logo, a partir de dados da variação do nível de água da cisterna, será possível verificar o volume de água potável economizado.

Agradecimentos

Agradecemos à Fundação Patrimonial Amigos da Poli pelo patrocínio do projeto, ao Prof. Arisvaldo Vieira Mélo Júnior pela orientação e à escola EMEF Desembargador Lima e sua comunidade pela recepção e colaboração com os voluntários participantes.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.527**: Água de chuva – Aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisitos. São Paulo, 2007.

Conceito Educação Integral. Disponível em: <https://tinyurl.com/y8cly83m> Acesso em: 29 set. 2018.

GOMES, U.A.F.; DOMÈNECH, L.; PENA, J.L.; HELLER, L.; PALMIER, L.R. A captação de água de chuva no Brasil: novos aportes a partir de um olhar internacional. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v.19, n.1, p.7-16, 2014.

NETUNO. Disponível em: <https://tinyurl.com/ybvlt375> Acesso em: 26 set. 2018

Projeto Político Pedagógico. Disponível em: <https://tinyurl.com/ycxhpzq9> Acesso em: 07 set. 2018.

RIGHETO, Antonio Marozzi. **Manejo de Águas Pluviais Urbanas**. Rio de Janeiro, ABES, 2009.

TOMAZ, Plínio. **Aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis**. São Paulo: Navegar, 2005.



cbESF

Natal - RN

**V Congresso Brasileiro dos
Engenheiros Sem Fronteiras**

2018

**ENGINEERS WITHOUT BORDERS - SÃO PAULO UNIT
PROJECT "CISTERNs IN SCHOOLS IN
E.M.E.F. DESEMBARGADOR AMORIM LIMA"**

***Abstract:** The article describes the Cisterns in Schools project, developed with 6th year students of E.M.E.F. Amorim Lima School, placed in the metropolitan zone of São Paulo. With the objective of presenting theoretical themes seen in class in a practical way, several activities were developed and carried out, among games, modeling and experimentation. The goal was to develop concepts presented in the water theme school's study guide, and to elaborate an engineering project of rainwater collection system, which was constructed at the end. With a capacity of 2,500l, the system was built after the project was designed by the school students and ESF-SP volunteers. With the purpose of cleaning school's floors, it was estimated that the system will save approximately 86,400 l at the end of one year.*

***Keywords:** Cistern, Rain Water, Integral Education.*