XX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS
ÁGUA • DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIOAMBIENTAL
17 – 22 DE NOVEMBRO DE 2013 – BENTO GONÇALVES / RS

ABRH
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RECURSOS HÍDRICOS

ADOÇÃO DE FONTES ALTERNATIVAS PARA CONSERVAÇÃO DE ÁGUA NO MEIO URBANO: APROVEITAMENTO DIRETO DE PRECIPITAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA EM EDIFÍCIOS ESCOLARES.

Jorge Alberto Cecin[1]; Luciano Zanella[2]; Wolney Castilho Alves[3] -

Resumo

A necessidade de conservação de água no meio urbano se intensifica. Aos limites anteriores de disponibilidade acrescentam-se agora aqueles ditados pela qualidade de bacias e contextos hídricos totalmente comprometidos pela deterioração causada aos corpos naturais, com origem no meio urbano e, mesmo, no meio rural. De outra parte, o modelo atual dos sistemas de abastecimento público universaliza a utilização da água potável para todos os tipos de uso, mesmo que algumas necessidades de consumo possam ser adequadamente atendidas por água não potável. Com menos desperdício e com a utilização de fontes alternativas para usos não potáveis, a pressão sobre a demanda seria diminuída.

Uma das fontes alternativas de abastecimento para usos não potáveis é a água de chuva. Essa água pode ser captada, tratada e distribuída dentro de diversos tipos de edificações, onde despontam hoje as grandes arenas desportivas ora em construção. Apontando para essa perspectiva, esse artigo pretende divulgar a proposta de implantação de um sistema de aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis em uma escola localizada na região do ABC paulista.

Segundo a avaliação realizada, adotando-se a hipótese de complementaridade e não a substituição total de fontes, é possível uma economia superior a 50% da água gasta com descargas de bacias sanitárias, utilizando-se água de chuva e um sistema com reservação de 15m³. Para o caso avaliado, o custo estimado de implantação do sistema é de cerca de R$60.000,00 com período de retorno próximo de 5 anos.

Palavras chave: aproveitamento de água de chuva; uso racional da água; escola.

[1]jorge.cecin@hotmail.com
[2] Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo, Laboratório de Instalações Prediais e Saneamento
[3] Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo,

XX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS
ÁGUA • DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIOAMBIENTAL
17 – 22 DE NOVEMBRO DE 2013 – BENTO GONÇALVES / RS

ABRH
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RECURSOS HÍDRICOS

USE OF RAINWATER FOR NON POTABLES PURPOSES IN PUBLIC ELEMENTARY SCHOOL: CASE STUDY IN A SCHOOL IN SÃO BERNARDO DO CAMPO.

Abstract

The current model of water supply considers potable water for all types of uses, even if some of them don't need the same quality characteristics. With less waste of water and using alternatives sources for non potables uses, the pressure on demand would be decreased

One of the alternatives sources to water supply for non potables uses is the rainwater catchment. This water can be caught, treated and distributed in the same place of use. Pointing to this perspective this article purposes the use of rainwater for non potables uses in a school of ABC, region from São Paulo state.

According to the studies, adopting the hypothesis of water complementarity and not the complete replacement of sources, it is possible to save more than 50% of the water volume spends on toilets flushing using a rain water catchment system with a reservation of 15m ³. For the case study, the estimated cost of implementing the system is about R$ 60,000.00 with a time to value around 5 years.

Key words: Rainwater use; water rational use; school.

[1]jorge.cecin@hotmail.com
[2] Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo, Laboratório de Instalações Prediais e Saneamento
[3] Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo,

Objetivo

Considerada a baixa disponibilidade hídrica na Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, o trabalho tem como objetivo avaliar as alterações necessárias a serem feitas no edifício de uma escola municipal de ensino básico já construído, para a implantação de um sistema de captação direta, aproveitamento, armazenamento e distribuição de água de chuva para fins não potáveis e verificar sua viabilidade considerando aspectos físicos e econômicos. Essa aplicação é exemplar para a reprodução em milhares de edifícios públicos na Bacia do Alto Tietê.

Metodologia Utilizada

O estudo de caso tem como base uma escola de ensino fundamental em fase inicial de funcionamento localizada no município de São Bernardo do Campo, Região Metropolitana de São Paulo. A escola (Foto 1) foi construída a partir de uma planta padrão que vem sendo utilizada no município para a implantação desse tipo de escola desde 2001.

Foto1: Vista parcial da escola

O sistema proposto foi concebido tendo como premissas os seguintes estudos:

- Avaliação da quantidade de água de chuva possível de ser obtida a partir da pluviosidade registrada em São Bernardo do Campo a partir dos dados pluviométricos obtidos pela estação Rudge Ramos disponibilizados pelo Sistema de Informações para o Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo (SigRH),

[1]jorge.cecin@hotmail.com
[2] Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo, Laboratório de Instalações Prediais e Saneamento
[3] Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo,

- Avaliação das características da edificação com base no projeto executivo e visitas ao local. Foram alvo de verificação a tipologia e a e da área de cobertura da edificação, o sistema predial de distribuição de água e a existência de espaços para implantação do sistema de aproveitamento de água de chuva,
- Avaliação da demanda para fins não potáveis da edificação avaliada com base nos usos previstos em projeto direcionados pelas solicitações da prefeitura do município (características funcionais do edifício, número de alunos por turno, número de funcionários por turno) e estimativas de consumo de água.

O sistema foi concebido para captar, tratar, armazenar e distribuir água de chuva para utilização em fins não potáveis. Foi verificada também a viabilidade de implantação desse sistema.

Para o dimensionamento do reservatório foi utilizado o método proposto por Cecin (2012) que tem como base a economia proporcionada pelo sistema frente à oferta de água possível, à demanda de água e aos custos de implantação e operação do sistema. O reservatório é o elemento do sistema que mais onera o investimento e os métodos tradicionais de dimensionamento levam a reservatórios de proporções muito grandes inviabilizando a implantação do sistema. O reservatório, no método utilizado é dimensionado considerando o menor tempo de retorno do investimento e não tem a pretensão de atender todas as demandas por água não potável ao longo de todo ano, mas avaliar a viabilidade da exploração dessa fonte alternativa de água e buscar a melhor relação custo benefício que o sistema possa proporcionar.

Resultados Obtidos

A escola localiza-se no ABC paulista e funciona em dois períodos: matutino e vespertino. Em cada período 672 estudantes são atendidos em 24 salas de aula, por 24 professores. Existem ambientes especiais para desenvolvimento de atividades específicas como biblioteca, sala de artes e laboratório de informática. A escola possui um quadro fixo de 10 funcionários, além dos professores.

A edificação possui área de cobertura aproximada de 2.410 m². A região apresenta índices pluviométricos médios anuais de 1.350 mm possibilitando uma boa oferta de água embora concentrada no verão (pluviosidade média de 1.010 mm entre os meses de outubro a março e de 340 mm de abril a setembro).

Os estudantes, com faixa etária entre 6 e 10 anos, fazem duas refeições na escola (café da manhã e almoço ou lanche da tarde e jantar) e permanecem nas dependências da escola, em média, durante cinco horas ao dia, de segunda a sexta feira. A maior demanda para uso não potável em um equipamento com essas características ocorre nas descargas das bacias sanitárias dos banheiros dos alunos (YWASHIMA, 2005).

O edifício da escola, objeto do estudo, é recém construído e a escola encontra-se em funcionamento. Dessa forma, as reformas e adaptações para implantação do sistema precisariam ser feitas no período de recesso escolar para não interferir no andamento normal do ano letivo. Uma

[1]jorge.cecin@hotmail.com
[2] Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo, Laboratório de Instalações Prediais e Saneamento
[3] Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo,

reforma que demandasse um tempo maior do que o recesso escolar inviabilizaria o projeto. As reformas e adaptações devem, portanto, ser mínimas.

Apesar de a água ser utilizada para fins não potáveis ela deve sofrer tratamento adequado, devendo ter aparência cristalina e incolor, ser inodora, ser segura frente a respingos, não facultar o crescimento de algas no selo hídrico ou de biofilme nas paredes da bacia sanitária, não formar espumas, não conter materiais particulados ou em suspensão e não provocar manchas, abrasão, incrustações ou corrosão nas louças, metais sanitários e tubulações (GONÇALVES, 2009).

Estudos realizados constatam que a água de chuva captada em ambiente urbano apresenta qualidade preocupante, devido, entre outros, à contaminação bacteriológica, em grande parte causada por fezes de gatos e aves que frequentam os telhados, e à presença de partículas em suspensão (MAY, 2004). Recomenda-se que essa água seja convenientemente tratada, mesmo quando usada para fins não potáveis.

Em função de todos os fatores intervenientes, foi concebido um sistema que aproveitaria boa parte das instalações já existentes. São mantidos inalterados o telhado e o sistema de calhas e condutores verticais de água de chuva, responsáveis pala interceptação e transporte da água. A intervenção para implantação do novo sistema ocorrerá a partir das redes enterradas que atualmente recebem as águas captadas na cobertura e as direcionam para o sistema público de drenagem. A intervenção consiste em construir nova rede independente para água trazida pelos condutores das calhas da cobertura, com caimento invertido em relação ao atual, direcionando a água de chuva para o local onde serão implantados os novos reservatórios para armazenamento dessa água.

Antes de ser lançada ao reservatório, essa água passa por dispositivos de descarte das primeiras águas, filtragem e cloração, que fazem parte das novas instalações implantadas. As primeiras águas serão então descartadas e direcionadas para sistema de drenagem, pelo alto grau de contaminação que elas apresentariam (ZANELLA et al, 2009).

A água filtrada e desinfectada será direcionada para o reservatório inferior dedicado a ser construído, a partir do qual será recalcada por um sistema automatizado para o reservatório superior de água de chuva. A tubulação de recalque, as bombas e as boias de nível, serão instalações novas, assim como o barrilete e os ramais de distribuição da água dos reservatórios superiores, que serão instalados sob o telhado e conectados às prumadas alimentadoras dos vasos sanitários dos banheiros dos alunos. Nos períodos em que a água de chuva não for capaz de atender a demanda, um sistema automatizado a partir de boias de nível e válvulas solenoides abastecerá os reservatórios inferiores com água potável, completando a necessidade da demanda. O sistema sempre garantirá um volume mínimo de reserva de segurança fixado em 2 m³.

A distribuição da água para os pontos de consumo, a partir dos reservatórios superiores, será feita por novos ramais a serem construídos sob o telhado e pelas prumadas de alimentação das descargas sanitárias, já existentes. A distribuição da água para os pontos de consumo, a partir das prumadas, será feita pelo sistema já instalado, que sofrerá pequenas e pontuais intervenções para garantir que não ocorrerá conexão cruzada.

[1]jorge.cecin@hotmail.com
[2] Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo, Laboratório de Instalações Prediais e Saneamento
[3] Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo,

Discussão

O sistema proposto difere em relação às concepções mais comumente observadas para sistemas de aproveitamento de água de chuva já que não se propõe a suprir de forma exclusiva o uso pretendido durante todo o tempo. Em determinados períodos do ano o sistema não será capaz de atender a demanda considerada com água de chuva e o reservatório inferior, destinado ao armazenamento dessa água, deverá ser abastecido com água potável através de um sistema automatizado.

Os pontos de utilização da água de chuva foram selecionados de forma a minimizar o porte da reforma a ser feita, mantendo a viabilidade da implantação do sistema. Os pontos de utilização selecionados representam 75% da demanda (CECIN, 2012). Numa escola com as características da estudada o grande consumo de água para fins não potáveis acontece na descarga de vasos sanitários. Na escola em questão o sistema vai atender somente os banheiros dos alunos. Os banheiros dos funcionários e visitantes não são atendidos pelo sistema devido à sua distribuição na arquitetura da edificação, distante dos banheiros de maior demanda. O atendimento desses banheiros levaria a custos proporcionalmente bem maiores aos custos dos banheiros dos alunos e o tempo da reforma para implantação seria maior que o das férias escolares (condição considerada na proposta de intervenção).

O volume do reservatório foi dimensionado considerando requisitos como a área disponível para sua alocação e o custo para sua implantação. Buscando o maior potencial de aproveitamento para a água de chuva, foram feitas simulações comparando o custo de implantação do sistema, e o tempo de retorno do investimento, considerando os benefícios gerados a partir da economia de água, e os custos de implantação, manutenção e operação.

Considerando como variáveis o volume do reservatório e o tempo de retorno do investimento nas adaptações que a serem feitas na edificação e na implantação do sistema propriamente dito, adotou-se o reservatório que apresentou o menor tempo de retorno do investimento.

Essa concepção de projeto permite um melhor ajuste no tamanho do reservatório de forma a facilitar a viabilidade econômica da instalação do sistema.

A Figura 1 mostra, de forma esquemática, o sistema de tratamento e armazenamento da água de chuva, suas ligações com o sistema de captação e o sistema auxiliar de abastecimento com água potável.

[1]jorge.cecin@hotmail.com
[2] Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo, Laboratório de Instalações Prediais e Saneamento
[3] Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo,

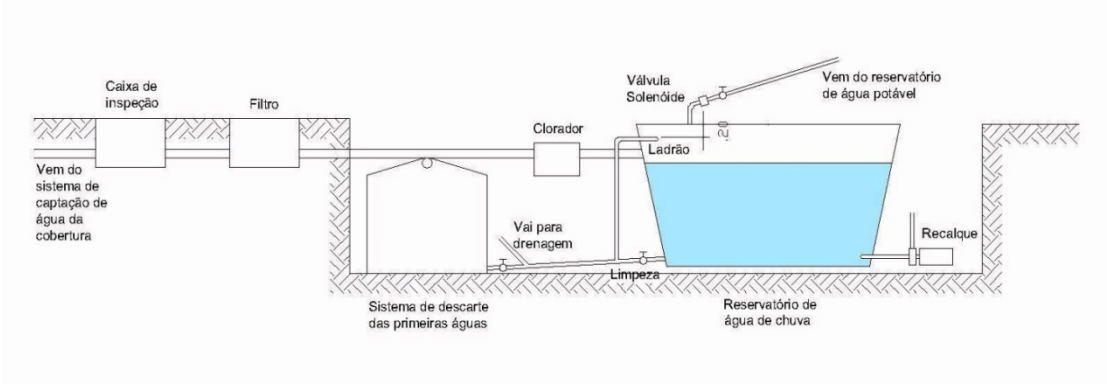

Figura 1 – Croqui do sistema de tratamento e armazenamento

Conclusões/Recomendações

O projeto mostrou-se viável tanto do ponto de vista técnico como econômico projetando uma economia de água potável de 56,89% e 59,62% da água utilizada para descarga das bacias sanitárias e mictórios dos banheiros dos alunos, considerando reservatórios de armazenamento de 15 e 20 m³ respectivamente. O custo levantado para implantação desse sistema foi de R$ 58.671,42 e R$62.367,90, utilizando-se reservatórios de 15 e 20 m³, respectivamente. Esses números levam a um tempo de retorno do investimento de 5,12 anos para o reservatório de 15 m³ e de 5,17 anos para o de 20 m³.

O sistema não propõe a substituição de toda demanda de água para usos não potáveis por água de chuva. O caso estudado apresenta oferta com significativa variação sazonal e grande demanda e, o atendimento de toda essa demanda em sua integralidade levaria à implantação de reservatórios de grandes dimensões, (reservatório de 814,33 m³, usando-se o Método de Rippl) que inviabilizariam o sistema técnica e economicamente.

As edificações possuem tipologias, localizações, características e usos próprios. A implantação de sistemas para aproveitamento de água de chuva merece um estudo específico para cada caso e deverá apresentar a melhor solução. Sistemas genéricos podem ser antieconômicos, insuficientes, ineficazes e frustrar a aplicação dessa tecnologia e do conceito de aproveitamento de fontes alternativas para abastecimento de água nas regiões metropolitanas.

Referências Bibliográficas

CECIN, J. A. (2012) *Aproveitamento de água de chuva em escola municipal de ensino básico – Estudo de caso***,** 2012, 110 f, Dissertação (Mestrado em Habitação: Planejamento e Tecnologia) – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo, 2012.

[1]jorge.cecin@hotmail.com
[2] Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo, Laboratório de Instalações Prediais e Saneamento
[3] Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo,

GONÇALVES, R. F. (Coord.) (2009) *Conservação de água e energia em sistemas prediais e públicos de abastecimento de água*, Rio de Janeiro: ABES, Projeto PROSAB, 2009, 352p.

MAY, S. (2004) *Estudo da viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consume não potável em edificações*, 2004, 189 f, Dissertação – (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

YWASHIMA L, A. (2005) *Avaliação do uso de água em edifícios escolares públicos e análise de viabilidade econômica da instalação de tecnologias inovadoras nos pontos de consumo.* 2005, 312 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

ZANELLA, L.; ALVES, W.C.; SANTOS, M.F.L. (2009) Avaliação da qualidade da água de primeira chuva escoada de coberturas na zona oeste da cidade de São Paulo após período de estiagem. In: *Anais do 25º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*, Recife – PE, 2009.

[1]jorge.cecin@hotmail.com
[2] Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo, Laboratório de Instalações Prediais e Saneamento
[3] Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo,