



Avaliação da Viabilidade de Implantação de um Sistema de Captação e Armazenamento de Água da Chuva em Residências Populares

Frank Charles Silva Leitão¹, Alex Bortolon de Matos², Mariana Ramos Chrusciak³

¹ UFRR (engfrankcharles@gmail.com)

² UFRR (alex.bortolon@ufrr.br)

³ UFRR (mariana.chrusciak@ufrr.br)

Resumo

Esta pesquisa teve por objetivo analisar a viabilidade técnica, econômica e ambiental para implantação de um sistema de captação e armazenamento de água da chuva de baixo custo em residências populares. Para isso, um protótipo foi construído utilizando materiais de baixo custo obtidos no mercado local. A área de estudo da presente pesquisa foi o Residencial Cruviana, que possui 1000 residências. Devido à indisponibilidade de uma residência para a instalação do protótipo, para a análise do funcionamento, o mesmo foi instalado no Bloco V da Universidade Federal de Roraima entre o dia 20 de outubro e 03 de novembro de 2014. Com base no desempenho do protótipo e nos cálculos estimativos, pode-se concluir que o protótipo do sistema apresenta um baixo custo de confecção (R\$ 501,07), se comparado com o valor da residência (R\$ 47.560,00), e uma redução da carga hidráulica destinada ao sistema de drenagem de 12,21%, demonstrando um potencial de funcionamento bastante satisfatório para uma futura instalação no Residencial Cruviana.

Palavras-chave: Reaproveitamento. Águas Pluviais. Programas Habitacionais.

Área Temática: Tecnologias Ambientais.

Evaluation of Efficiency, Technical Viability and Cost/Benefit in the Use of Green Roofs in the City of Boa Vista-RR

Abstract

This research aimed to analyze the technical, economic and environmental feasibility to implement a collection system and low-cost rainwater storage in popular residences. For this, a prototype was built using low-cost materials obtained in the local market. The study of this area of research was the Residential Cruviana, which has 1000 residences. Due to the unavailability of a residence for the installation of the prototype for the analysis of the operation, it was installed in Bloco V of the Universidade Federal de Roraima between October 20 and November 03, 2014. Based on the prototype's performance and the estimative calculations, it can be concluded that the prototype system has a low manufacturing cost (R\$ 501,07) if compared with the value of the residence (R\$ 47.560,00), and a reduction in the hydraulic load given to the drainage system of 12.21%, showing an operating potential quite satisfactory for a future installation in Residential Cruviana.

Key words: Reuse. Rainwater. Housing Programs.

Theme Area: Environmental Technologies.



1 Introdução

As fontes de abastecimento utilizadas para captação de água estão se tornando cada vez mais insuficientes, ou passaram a possuir uma qualidade questionável, devido ao aumento do consumo de água gerado pelo constante crescimento da população.

Tendo em vista essa carência de água potável, e, ao mesmo tempo, visando atender à crescente preocupação mundial com o desenvolvimento sustentável, ampliou-se a busca por alternativas que alie ao mesmo tempo um melhor aproveitamento dos recursos naturais e um baixo custo de implantação. Dentre essas alternativas, podemos citar os sistemas de captação de água da chuva para fins não potáveis.

Esse tipo de sistema é também um grande aliado dos sistemas de drenagem urbana, no sentido em que pode auxiliar a minimizar um grande problema ambiental agravado pelo fenômeno da urbanização: os alagamentos (CORDEIRO, ET AL., 2013).

O maior programa habitacional brasileiro, o Minha Casa, Minha Vida, promovido pela Caixa Econômica Federal em parceria com o Governo Federal tem como objetivo a construção de casas populares a serem financiadas por baixo custo para a população carente.

Este é caracterizado, como parte de sua política, por incluir medidas de promoção à sustentabilidade em seus projetos, realizando algumas recomendações para eles englobem variáveis socioambientais, entre elas, pode-se destacar: minimizar os impactos da obra no meio ambiente; aproveitar os recursos naturais do ambiente local; arborizar e estimular o plantio de árvores nos terrenos; realizar a gestão e economia de água e energia na construção (CAIXA, 2015).

Nesse contexto, o presente estudo tem como objetivo analisar a viabilidade técnica, econômica e ambiental para implantação de um sistema de captação e armazenamento de água da chuva de baixo custo em residências populares.

2 Materiais e métodos

De modo simplificado, o sistema de captação de água da chuva proposto foi constituído pelos seguintes componentes: reservatório de armazenamento; reservatório de descarte da primeira água; tubulações; filtro; peças (junções, tês, reduções e adaptador de caixa de água com flange); torneira; extravasor; calhas e condutores horizontais.

Para que a implantação do sistema de captação de água da chuva fosse viável, a ideia principal é que o custo com todo sistema fosse o menor possível. Foi utilizado um reservatório de 200 litros (tambor de polietileno (bombona)), funcionando da seguinte forma: a água coletada pela cobertura seria transportada pelas calhas ou condutores horizontais até que cheguem ao filtro, que, para tornar o sistema viável, foi feito de tubo PVC de 75mm de diâmetro, passando, em seguida, por um mini reservatório para coleta da primeira água, que foi feito de uma tubulação de 100 mm de diâmetro de PVC, finalmente chegando ao reservatório.

A área de estudo a que se destina este sistema de captação de água da chuva é o conjunto habitacional Residencial Cruviana, situado no bairro Equatorial, na cidade de Boa Vista – RR, designada à população por meio do programa Minha Casa, Minha Vida, e constituído por 1000 residências, divididas em dois blocos com 500 residências cada, representando o maior conjunto habitacional local até então.

O residencial Cruviana ocupa uma área de 401.201,06 metros quadrados situado no bairro Equatorial e as casas estão avaliadas em 47,56 mil reais (PORTAL BRASIL, 2011).

Embora o presente trabalho objetive a construção de sistemas de captação da água da chuva em casas populares, a construção experimental do protótipo do sistema, para verificação de sua funcionalidade, ocorreu no bloco V da Universidade Federal de Roraima, no período de 20/10/2014 até 03/11/2014.



O bloco V possui com uma área de 2.041,67 m² (Figura 1), e uma população de 227 pessoas, entre servidores e alunos. Seu consumo estimado de água potável é de aproximadamente 11.350,00 l/dia (BEZERRA, 2014).

Figura 1 - Localização da área de estudo.



Sua estrutura de cobertura possui platibanda, calhas e os condutores, itens que compõem o sistema de captação, já instalados. A escolha do local de implantação do sistema de captação de água da chuva se deu por conta da facilidade para análise de funcionalidade, pois foi preciso apenas a complementação do condutor vertical até o reservatório.

No caso dessa pesquisa, como no local de implantação já existe uma tubulação de descida de 100 mm, a montagem do sistema de captação de água da chuva começou a partir da confecção do filtro. Foi utilizado como modelo um filtro elaborado por um grupo de pesquisa sobre sustentabilidade chamado Sempre Sustentável (URBANO, 2012). O filtro é produzido manualmente com materiais de fácil manuseio, fabricados a partir de tubos de PVC. Tal tipo de filtro autolimpante foi desenvolvido para ser de baixo custo e instalado nas tubulações de descida de água da calha do telhado e coberturas.

O processo de construção do filtro autolimpante se inicia com o corte de dois pedaços de um tubo de 75 mm de diâmetro de esgoto série normal, com 19 cm de comprimento. Com um dos pedaços faz-se duas marcações uma a 3,5 cm da ponta do tubo, a outra marcação será feita a 7,5 cm da ponta do tubo, ambas as marcações formarão uma linha de 45º com referência à parte horizontal.

De forma a ser um aparelho simples e de baixo custo, o autor sugere a reutilização da maioria das peças que são geradas com os cortes feitos nos tubos, que serão usados nas próximas etapas da construção do filtro.

Com um segundo pedaço de tubo de 19 cm foi feito também duas marcações, sendo uma delas a 10 cm de uma das extremidades paralela à ponta, a outra marcação será a 4,5cm da outra extremidade, também paralela à ponta do tubo. As marcações serão feitas para que possam ser moldadas “bolsas” nas duas extremidades. Usando o calor da boca de fogo de um fogão, as bolsas são feitas girando o tubo a uma distância de 12 a 15 cm do fogo impedindo sempre o contato do fogo com o tubo de PVC.

Após o tubo ser aquecido, a “bolsa” pode ser feita com o auxílio de outro pedaço de tubo, a serem encaixados um no outro, uma vez que o tubo aquecido estará maleável e cederá para o encaixe. É importante que duas sacolas plásticas sejam envolvidas em um dos tubos, para que se tenha uma folga que permita a remoção do tubo após o encaixe.

A realização do corte da boca de descarte foi feita com uma serrinha de mão. Com uma lixa grossa, foi feito o acabamento do triângulo para que fique de forma arredondada. Os passos seguintes utilizaram o restante das peças dos cortes já realizados. O pedaço maior



6º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 10 a 12 de Abril de 2018

restante do corte de 7,5 cm foi utilizado como gotejador (pequeno bico), e o pequeno triângulo foi utilizado como uma pequena lombada no interior do tubo de modo a desviar a água da chuva forte para o centro do tubo para proporcionar melhor aproveitamento dessa chuva. Com uma cola específica para PVC colou-se o gotejador (pequeno bico) na parte externa, um pouco abaixo da boca de descarte. Após perceber que a cola secou, o passo seguinte é a utilização de resina epóxi ou poliepóxido para fazer o acabamento e dar uma maior durabilidade a esse gotejador.

A lombada interna passou pelo mesmo processo de construção. O pequeno triângulo que sobrou da abertura da boca de descarte sendo utilizado para construção da lombada interior. Com isso, fez-se um arredondamento da ponta desse triângulo de forma que se encaixasse no interior voltado para o centro, colou-se esse pedaço de tubo agora com seção semicircular com cola de PVC e fez-se o acabamento com resina epóxi.

Ao término da fabricação do filtro, as peças foram montadas utilizando uma tela de mosquiteiro, com proteção UV para dar maior durabilidade. A tela foi colocada em cima do tubo cortado à 45º, com a parte mais baixa disposta para o lado da boca de descarte, e sua instalação se deu de forma lenta para não danificar nenhuma peça

Após a conclusão da confecção do filtro, passou-se à construção do reservatório de descarte. Este foi confeccionado utilizando um pedaço de tubo de PVC de 100mm com 1m de altura, com capacidade de armazenar aproximadamente 8 litros de água. Na parte superior do tubo foi instalado um “TÊ” de 100 mm série normal de esgoto e, logo após uma redução de 100x75 mm, para que, com o auxílio de uma bola de isopor de aproximadamente 80 mm de diâmetro, coberta com um material plástico, quando o mini reservatório estiver cheio, possa ser fechado e a água restante da precipitação possa ser transferida para o reservatório principal.

O mini reservatório de descarte inicial é composto também por um CAP (uma tampa) e por uma borracha de vedação para garantir a estanqueidade do dispositivo. Na parte do fundo do CAP está contido um registro de pressão ligado a um adaptador com flange, para despejar a água, já que a mesma não pode ser utilizada. O CAP é removível para que se possa fazer a limpeza do mini reservatório.

A confecção do reservatório parte das aberturas dos buracos que serão utilizados como entrada e extravasor da água pluvial. Esses buracos devem ser dispostos um de frente para o outro e ter os diâmetros aproximados das tubulações que passarão por ele, tendo uma diferença de nível de 1%. A torneira foi instalada após a abertura do buraco e instalação do adaptador com flange para conectá-la (Figura 2). Além desse adaptador instalado, será necessária a instalação de mais um adaptador, para que tenha a função de limpeza do reservatório, e este será instalado abaixo do reservatório seguido por um registro de esfera para tal função.

Figura 2 - Torneira para aproveitamento da água armazenada.





Passando a instalação do reservatório e seus componentes, parte-se para a instalação das conexões das peças, que, em sua maioria, foram feitas com borrachas de vedação, para que a manutenção e limpeza dos componentes ficasse mais fáceis.

Como o tubo atravessado no interior do reservatório possui uma saída destinada a ser um extravasor, essa saída foi desviada para o chão, em um gramado próximo ao local de instalação. Nesse mesmo tubo, foi instalada uma tela, evitando o acesso de insetos para o interior do reservatório.

Para a aplicação do protótipo nas casas do Residencial Cruviana foram previstas, além do sistema apresentado anteriormente, a instalação de calhas e condutores para a captação das águas que precipitam sobre o telhado.

3 Resultados

Para o dimensionamento do sistema de captação segundo a NBR 10.844 (ANBT, 1989), foi utilizada a equação da chuva desenvolvida por Tischer (2012), para determinar a intensidade de chuva para a cidade de Boa Vista. Para tanto, foi considerada uma duração da chuva de 5 minutos e um período de retorno de 5 anos. Com isso, a intensidade foi de 158,025 mm/h.

Para o cálculo da área de contribuição, foram utilizados os seguintes parâmetros do telhado: dimensão horizontal frontal (a) igual a 3,8m; dimensão horizontal lateral (b) igual a 7m; e altura do telhado (h) de 1,15m. A área total do telhado considerado para a captação de água foi de 30,63 m².

Como no presente trabalho, o sistema foi desenvolvido para uma residência popular com cobertura de duas águas de aproximadamente 30,63m² cada, o cálculo da vazão foi feito considerando apenas 1 água da cobertura, sendo ambas posteriormente direcionadas ao reservatório. Com isso, a vazão estimada para 1 água foi de 80,66 l/min.

Se considerarmos uma vazão de 80,66 l/min, uma calha semicircular de 125 mm de diâmetro e uma inclinação de 0,5% atende satisfatoriamente a vazão de projeto para o dimensionamento das calhas de uma residência popular, que segundo a NBR 10.844 (ABNT, 1989), seria de 236 l/min.

Por facilidade construtiva, foi utilizada uma tubulação de 100 mm para condutores verticais, mesmo que o dimensionamento pelo ábaco da NBR 10.844 (ABNT, 1989), resulte em tubulações inferiores. Para as residências populares é aceitável o diâmetro de 75 mm, pois o mesmo também atenderia a capacidade de vazão gerada.

Na fachada de fundo da residência popular, para modo de economia do sistema de captação de água da chuva, foi estimada a utilização de condutores horizontais para redução no preço do sistema de captação, conforme estimado pela Figura 3.

Para o aproveitamento de toda água captada pela cobertura, a quantidade de calhas para atender a uma residência popular padrão será de aproximadamente 14 metros, pois seriam necessárias calhas em duas laterais, com condutores horizontais no fundo da residência.

Para implantação do protótipo em residências populares o valor total dos custos com materiais, baseado em valores obtidos em consulta local e pela tabela do SINAPI (2014) dos itens que compõem o sistema de captação de água da chuva foi de R\$ 501,07.

O sistema de captação foi montado e testado para saber se sua funcionalidade apresentaria padrões aceitáveis, e, após a instalação do sistema, não foi constatado nenhum vazamento nos componentes. A visualização da estanqueidade foi possível, pois, durante o período que estava montado no bloco V houveram chuvas que foram suficientes para descartar a primeira água, encher completamente o reservatório e extravasar o excedente.

Foi possível observar a funcionalidade do filtro autolimpante que despejava uma pequena quantidade de água e alguns materiais mais grosseiros, e também que o reservatório



6º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 10 a 12 de Abril de 2018

de descarte inicial trabalhou conforme sua função. O ponto de utilização apresentou pressão suficiente.

Figura 3 - Modelo gráfico do sistema proposto.



A Figura 4 apresenta o sistema de captação e armazenamento após a sua construção e instalação.

Figura 4 - Sistema de captação e armazenamento de água da chuva.



Tendo o modelo de captação de água da chuva atendido ao objetivo, passa a ser necessária a verificação da viabilidade econômica de implantação do sistema de captação água da chuva em residências populares.

Com as informações sobre avaliação do preço do imóvel fica mais fácil verificar a viabilidade sobre o custo de implantação. Com o imóvel avaliado em 47,56 mil reais, fica visível que a implantação do sistema de captação de água da chuva não traria um aumento



significativo no custo do imóvel, pois o preço de materiais para a construção do reservatório foi de apenas R\$ 501,07, ou seja, 1,05% do custo da residência.

Para estimativa de economia da quantidade de água que deixaria de ir para o sistema de drenagem, vamos utilizar como exemplo o residencial Cruviana, que ocupa uma área total de 401.201,06 m² e possui mil residências.

Como a vazão gerada é diretamente proporcional à área de contribuição e ao coeficiente de escoamento, para este caso, foi considerado o mesmo valor tanto para a área de cobertura, quanto para o asfalto, o terreno, entre outros. Logo, para se calcular a vazão que será reduzida, levaremos em consideração apenas a área de telhado, em relação à bacia de contribuição.

Como a área de cobertura de uma residência popular é de aproximadamente 7x7m=49m², em mil residências, a área de cobertura total seria 49 mil metros quadrados, o que representa 12,21% da área total de 401.201,06 m², referentes à bacia de contribuição. Assim, para um evento de chuva de até 4mm (corresponde à uma captação pelo telhado de 196 litros de água), a redução no volume de água para o sistema de drenagem seria de 12,21%.

4 Conclusões

Este trabalho partiu de uma ideia sustentável com o intuito de reduzir alguns problemas vivenciados nos tempos atuais, de modo que as próximas gerações possam desfrutar da água, enquanto recurso natural que é essencial para vida. A partir da implantação do protótipo do sistema de captação da água da chuva, alguns fatos puderam ser observados e os resultados das observações, análises e cálculos realizados permitiram algumas considerações, a serem devidamente apresentadas.

Para a montagem do protótipo, foi utilizada uma tubulação de 100 mm nos condutores horizontais e verticais, por questões práticas, uma vez que no bloco V já existia um sistema de captação. No entanto, o dimensionamento permite inferir que uma tubulação de 75 mm seria suficiente, já que a sua capacidade de vazão é maior que a vazão de projeto, e o uso destas dimensões não prejudicaria a eficiência do sistema e contribuiria para a redução do custo de implantação.

O modelo do sistema de captação mostrou-se eficiente, pois não teve pontos de vazamento, apresentou pressão suficiente no ponto de utilização e funcionamento de todos os componentes, como o filtro autolimpante e o reservatório de descarte do escoamento inicial. Sua estrutura conta, ainda, com uma abertura superior, para limpeza, manutenção e desinfecção.

Para instalação do sistema, o gasto com materiais ficou em torno de R\$501,07, o que representaria aproximadamente de 1,05% do custo da obra, isto baseando-se no orçamento unitário para a construção de uma casa popular. Tais informações demonstram que este trabalho alcançou seu principal objetivo, o de construir um sistema de captação eficiente, com materiais de baixo custo.

Outro fator importante é a relação feita entre a área da cobertura e área construída no residencial Cruviana para se ter uma base da quantidade de água poupada para o sistema de drenagem em uma chuva de até 4 mm. Conforme calculado, a instalação do sistema de captação e armazenamento da água da chuva representaria uma redução de 12,21% na vazão gerada.

Assim o sistema de captação e armazenamento de água da chuva, além de apresentar baixo custo e uma boa eficiência, é uma medida sustentável com o intuito de melhorar o uso desse bem, para que as próximas gerações possam também usá-la. Tal sistema permite a diminuição do custo e consumo com água potável para fins não potáveis, reduzindo a



6º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 10 a 12 de Abril de 2018

possibilidade de enchentes, e, além de tudo, com baixo custo de implantação. Desse modo, sua implantação em programas habitacionais populares, deve ser incentivada, por mostrar-se multiplamente vantajosa.

Referências

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.844: Instalações prediais de águas pluviais.** Rio de Janeiro. 13p. 1989.

BEZERRA, ANDRE CLERISTON ALBUQUERQUE. **Modelo para implantação de uma nova rede de abastecimento de água no Campus Paricarana – UFRR.** TCC (Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Civil). UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA – UFRR, Boa Vista. 2014.

CORDERO, A.; PINHEIRO, I. G.; VALE, J. A. B.; TACHINI, M.; BRANDTL, P. R.; BERTOLI, S. L. **Aproveitamento da água de chuva e controle na fonte associado à geração de energia elétrica e aquecimento solar.** In: XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Bento Gonçalves. 2013.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Programa Minha Casa, Minha Vida.** Disponível em: http://www14.caixa.gov.br/portal/rse/home/nossos_relacionamentos/meio_ambiente/programa_construcao_su. Acessado em: 10 de janeiro de 2015.

PORTAL BRASIL. **Minha Casa, Minha Vida entrega mil casas em Roraima.** Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/governo/2011/08/minha-casa-minha-vida-entrega-mil-casas-em-roraima>. Acessado em: 01 de dezembro de 2014.

SINAPI – SISTEMA NACIONAL DE PESQUISA DE CUSTOS E ÍNDICES DA CONSTRUÇÃO CIVIL. **Preços de Insumos, Boa Vista. Outubro de 2014.** Disponível: http://downloads.caixa.gov.br/_arquivos/sinapi_relatorios_apartir_julho_2014/rel_ins_com_p_rr/SINAPI_CustoRef_Insumos_RR_102014_Desonerado.PDF. Acessado em: 01 de dezembro de 2014.

TISCHER, L. P. **Caracterização das chuvas intensas para o estado de Roraima.** Iniciação científica (Graduando em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Roraima, Programa de Iniciação Científica da UFRR. 2012.

URBANO, E. **Projeto Experimental do Filtro de Água da Chuva de Baixo Custo Modelo Auto-limpante. Sempre Sustentável.** Disponível em: <http://www.sempresustentavel.com.br/hidrica/minicisterna/filtro-de-agua-de-chuva.htm>. Acessado em: 01 de dezembro de 2014.