

ELABORAÇÃO DE PROJETO DE JARDINS DE CHUVAS PARA MINIMIZAÇÃO DAS ENCHENTES

*ELABORATION OF PROJECT OF RAIN GARDENS
FOR MINIMIZING FLOODS*

SILVA, Rayanne Caires

Acadêmica em Engenharia Civil, Faculdades Integradas do Norte Minas.
rayannecaires@live.com

TEIXEIRA, Kananda de Oliveira

Acadêmica em Engenharia Civil, Faculdades Integradas do Norte de Minas.
kanandagbi@hotmail.com

SANTOS, Vanderson Aguiar

Graduado em Engenharia Civil; Pós-Graduado em Saneamento e Meio Ambiente e Engenharia de
Segurança do Trabalho; Professor das Faculdades Integradas do Norte de Minas.
vanderson@preservarengenharia Ltda.com.br

RESUMO

O grande desenvolvimento urbano, acompanhado por um crescimento desordenado da infraestrutura de uma cidade, gera impactos significativos para a sociedade. Este aumento ocupacional provoca a redução das áreas permeáveis em decorrência das grandes pavimentações e áreas edificadas, ocasionando em épocas chuvosas a sobrecarga no sistema de drenagem pluvial. Este trabalho objetivou implementar os jardins de chuva como um sistema de biorretenção, buscando minimizar as chances de gerar novas inundações e alagamentos na região circunjacente da Praça dos Jatobás em Montes Claros – MG. O estudo foi realizado com base nos dados coletados dentro da bacia de contribuição, verificando o escoamento superficial e a possibilidade do mesmo em armazenar um volume específico desse deflúvio. Portanto, o projeto de pesquisa apresenta um dimensionamento de um jardim de chuva para acumulação de água pluvial, minimizando o pico de cheia e promovendo a preservação da água para aproveitamento urbano.

Palavra-chave: Drenagem pluvial. Inundação urbana. Jardim de Chuva. Biorretenção.

ABSTRACT

The great urban value, developed by a disorderly growth of the infrastructure of a city, generates important impact for the society. This radical occupational causes a reduction of the permeable areas in passage of large pavements and edified areas, occasioning in rainy times the overload in the drainage system. This objective work implements the rain gardens as a biorretenção system, seeking to minimize the chances of generating new floods and floods in the surrounding area of Praça dos Jatobás in Montes Claros - MG. The study was carried out on the basis of the data from within the contribution basin, verifying the runoff and a possibility of it in containing a specific volume of this type. Therefore, the research project

ELABORAÇÃO DE PROJETO DE JARDINS DE CHUVAS PARA MINIMIZAÇÃO DAS ENCHENTES

SILVA, Rayanne Caires

presents a design of a rain garden for the accumulation of rainwater, minimizing the peak of speed and promoting the preservation of water for urban use.

Keyword: Rainwater drainage. Urban flood. Rain garden. Biorhythm.

1. INTRODUÇÃO

A falta de planejamento na infraestrutura de uma cidade em constante crescimento urbano pode gerar grandes impactos no sistema hídrico, perturbando o processo de escoamento superficial e contribuindo para a impermeabilização das áreas urbanas. Em consequência disto, de acordo Santos, Rufino e Barros Filho (2016), os sistemas de drenagens urbanos não suportam a quantidade de água escoada, gerando problemas ambientais e sociais tais como as grandes inundações e contaminações hídricas.

O crescimento populacional desordenado e o avanço da infraestrutura, proporciona um aumento na impermeabilização do solo e um maior escoamento superficial. As soluções encontradas para este tipo de problema tem sido minimizar apenas os sintomas causados pelo mal escoamento das águas e não eliminar a real causa do problema no qual colabora para o agravamento do mesmo (TUCCI, 2005).

A solução convencional para a drenagem urbana consiste na execução de galerias pluviais para a coleta e transporte do excesso de escoamento superficial para pontos à jusante das áreas urbanas. Entretanto, essa forma de concepção de sistemas de drenagem nem sempre suporta a magnitude das vazões de escoamento nos pontos de descarga. O problema se agrava devido aos seguintes fatores: impermeabilização de grandes áreas urbanas ocasionada pela ocupação desordenada, pontos de redes de drenagem subdimensionados e mau funcionamento dessas galerias em função de entupimentos provocados pelo lixo não coletado ou disposto incorretamente. (REIS; ILHA, 2014, p. 80).

O planejamento urbano é relevante para a garantia da qualidade de vida da população, principalmente para o sistema hídrico. Segundo Tucci (2008), os impactos das águas urbanas ficam relacionadas a concentração populacional, além das questões climáticas e as práticas inconsequentes da população como o despejo de esgoto sem tratamento nos rios. As ocupações sem controle do solo causam impactos sobre o sistema hídrico e um novo fator que contribui para o aumento da poluição são os descartes indevidos dos resíduos sólidos contaminando as águas superficiais e subterrâneas.

Um projeto sustentável de drenagem de águas pluviais, ao contrário da engenharia tradicional, que leva as águas das chuvas rapidamente para a jusante da área drenada, deve conceber a máxima retenção das águas pluviais em sua área de precipitação. Dessa maneira, o projeto de drenagem das águas pluviais deve prever dispositivos que retenham as águas e propiciem a sua infiltração no solo. O aumento de impermeabilização no solo resulta em

ELABORAÇÃO DE PROJETO DE JARDINS DE CHUVAS PARA MINIMIZAÇÃO DAS ENCHENTES

SILVA, Rayanne Caires

enchentes, por conseguinte, gera diminuição da fauna e flora e quanto mais áreas permeáveis na cidade, maiores serão seus ganhos ambientais (FANTINATTI, ZUFFO, FERRÃO, 2015).

Ao fazer uma instalação de drenagem são desenvolvidos estudos na área hídrica utilizando algum material novo que possa ter aparecido na área para minimizar ou até mesmo acabar com os impactos chuvosos no meio urbano ou em qualquer outro (NOCCETTI; CORDEIRO, 2010).

Compreendendo melhor o processo de drenagem, pode-se projetar uma melhor forma de redirecionar as águas pluviais no sistema, possibilitando evitar os impactos gerados pela falta de infiltração hidrológica. Como medida mitigadora, Melo et al. (2014) retrata um útil sistema hídrico de biorretenção, de baixo custo e conservação simples, composto por material granular de alta permeabilidade que auxiliará nos processos de infiltração, retenção e absorção. Os Jardins de Chuva purificam e absorvem o escoamento superficial minimizando o volume escorrido e preservando os lençóis freáticos.

Melo et al. (2014) verifica que a principal função em que são dispostos esses sistemas são para coletar e temporizar os impactos adivinhos do escoamento. Diante disso é possível reter a água para reaproveitamento e maximizar o processo de infiltração do solo.

Os sistemas de biorretenção podem ser empregados para diversas funções, contendo o mesmo conceito funcional.

Os jardins de chuva, por sua vez, constituem-se em uma das soluções mais simples para o controle de escoamento na fonte. São, em geral, compostos de áreas permeáveis rebaixadas em relação ao nível natural do terreno, com plantas e/ou preenchidas com material granular, as quais recebem a descarga do volume de água precipitada sobre uma área impermeável. (JACOBSON, 2007 apud REIS; ILHA, 2014, p. 81)

Segundo Vasconcelos, Miguez e Vazquez (2016), estes métodos podem ser considerados soluções urbanas mais adequadas para o manuseio dos recursos pluviais em áreas urbanizadas, apesar de serem poucos conhecidos no Brasil. Estes resultados visam minimizar o impacto gerado pelo aumento das áreas impermeabilizadas no decorrer das chuvas torrenciais.

A fim de compreender melhor estas soluções urbanas, foi escolhida a região da Praça dos Jatobás de Montes Claros - MG como objeto de estudo, já que, em períodos chuvosos percebe-se falhas no sistema de drenagem. O crescimento desordenado, o acúmulo de lixos nas galerias pluviais e deficiência na infiltração da camada de solo, provoca grandes enchentes e alagamentos, prejudicando os moradores daquela localidade.

**ELABORAÇÃO DE PROJETO DE JARDINS DE CHUVAS PARA MINIMIZAÇÃO DAS
ENCHENTES**
SILVA, Rayanne Caires

Em virtude do que foi mencionado, o presente trabalho realiza um dimensionamento de projeto de drenagem para minimizar os impactos causados pela chuva através do jardim de chuva.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O município de Montes Claros encontra-se na Bacia do Rio Verde Grande, região do Alto Médio São Francisco, sendo abastecido de várias nascentes e cursos d'água de regime perene e intermitente. A planície está localizada acima do nível do mar (652 m) e a cidade é rodeada por morros e elevações topográficas, o que proporciona o acúmulo de água em seu interior dificultando a drenagem natural das águas em épocas chuvosas.

Com o clima quente e úmido do tipo tropical, a temperatura média histórica anual do município é de 33,64 °C, e a média histórica anual da precipitação é de 951,47 mm para uma amostragem de dados de 10 anos em ambos. (INMET, 2018).

Projeto se caracteriza como documental, corte transversal e analisa quantitativa.

Seguindo o relevo e as curvas de nível, fornecidas pela Prefeitura Municipal de Montes Claros em plantas digitais, determinou-se uma bacia de contribuição com talvegue de 210,00 m e área de 21.400,45 m². Para a mesma foi identificado um coeficiente de escoamento de 0,50 baseado no mapa de zoneamento da cidade de Montes Claros e através da Tabela de Escoamento Superficial. Em seguida, foi feito um projeto de dimensionamento do sistema de biorretenção, onde estabeleceu-se pelo método racional (Equação 3) a vazão produzida pela precipitação determinada através da comparação dos tempos de retorno de 2, 5 e 10 anos. O tempo de concentração de uma bacia hidrográfica é um parâmetro importante para a estimativa de vazões de cheias. Foi utilizado a Fórmula de Kirpich proposta por Freitas, Silva e Pruski (2001) (Equação 1).

Equação 1:

$$tc = 57 \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0,385}$$

sendo:

tc = tempo de concentração em min;

L = comprimento do talvegue em km;

H = diferença entre as cotas da seção de saída e o ponto mais a montante da bacia, em m.

ELABORAÇÃO DE PROJETO DE JARDINS DE CHUVAS PARA MINIMIZAÇÃO DAS ENCHENTES

SILVA, Rayanne Caires

A intensidade da chuva de projeto foi definida de acordo com a Equação 2, proposta por Freitas, Silva e Pruski (2001). De acordo esses autores essa equação é adequada para a determinação de chuvas na cidade de Montes Claros – MG.

Equação 2:

$$i = \frac{4050,00 T^{0,164}}{(t + 34,789)^{0,992}}$$

sendo,

i = intensidade de precipitação, em mm/h;

T = tempo de recorrência em anos;

t = duração da chuva em mm.

Equação 3:

$$Q = 2,78 \times C \times I \times A \times 10^{-4}$$

sendo:

Q = vazão máxima em l/s;

C = coeficiente de escoamento (adimensional);

I = intensidade da precipitação em mm/h;

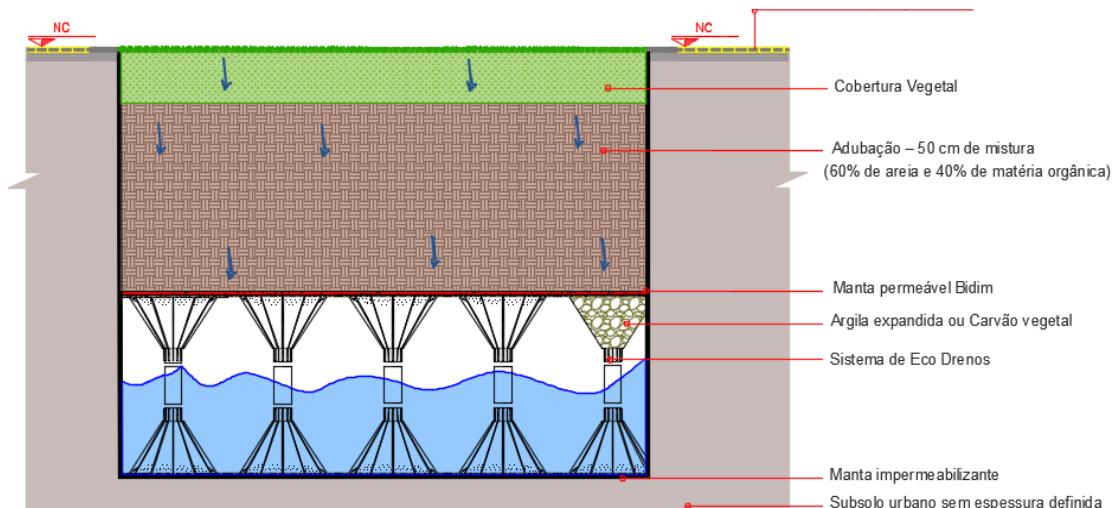
A = área de contribuição em m².

De posse dos dados coletados, foi dividida em duas partes a escolha do dimensionamento do Jardim de Chuva: área e estrutura. O projeto consiste no dimensionamento aritmético do sistema biorretentor e das camadas internas do Jardim de Chuva. A área total do projeto foi baseada de acordo Melo et al. (2014), considerando 5% da área impermeável da bacia de contribuição no que resulta em 1.070,02 m².

Já o dimensionamento estrutural, foi escolhido como referência o jardim de chuva proposto por Dussailant, Wu e Potter (2014) apud Melo et al., 2014, p. 150, adaptando-o com o sistema de eco dreno para captação e armazenamento da água.

ELABORAÇÃO DE PROJETO DE JARDINS DE CHUVAS PARA MINIMIZAÇÃO DAS ENCHENTES

Figura 1: Sistema Laminar ecodreno com lâmina d'água



Fonte: Autores, 2018

O ecodreno a ser utilizado é um sistema de biorretenção próprio para os jardins de chuva. O mesmo tem duas funções na gestão da água de chuva urbana: controle das inundações e prevenção da contaminação. Ele é uma estrutura de suporte, feita de plástico reciclado que aumenta em muito a capacidade de retenção do jardim de chuva e assegura um trânsito normal sobre a área.

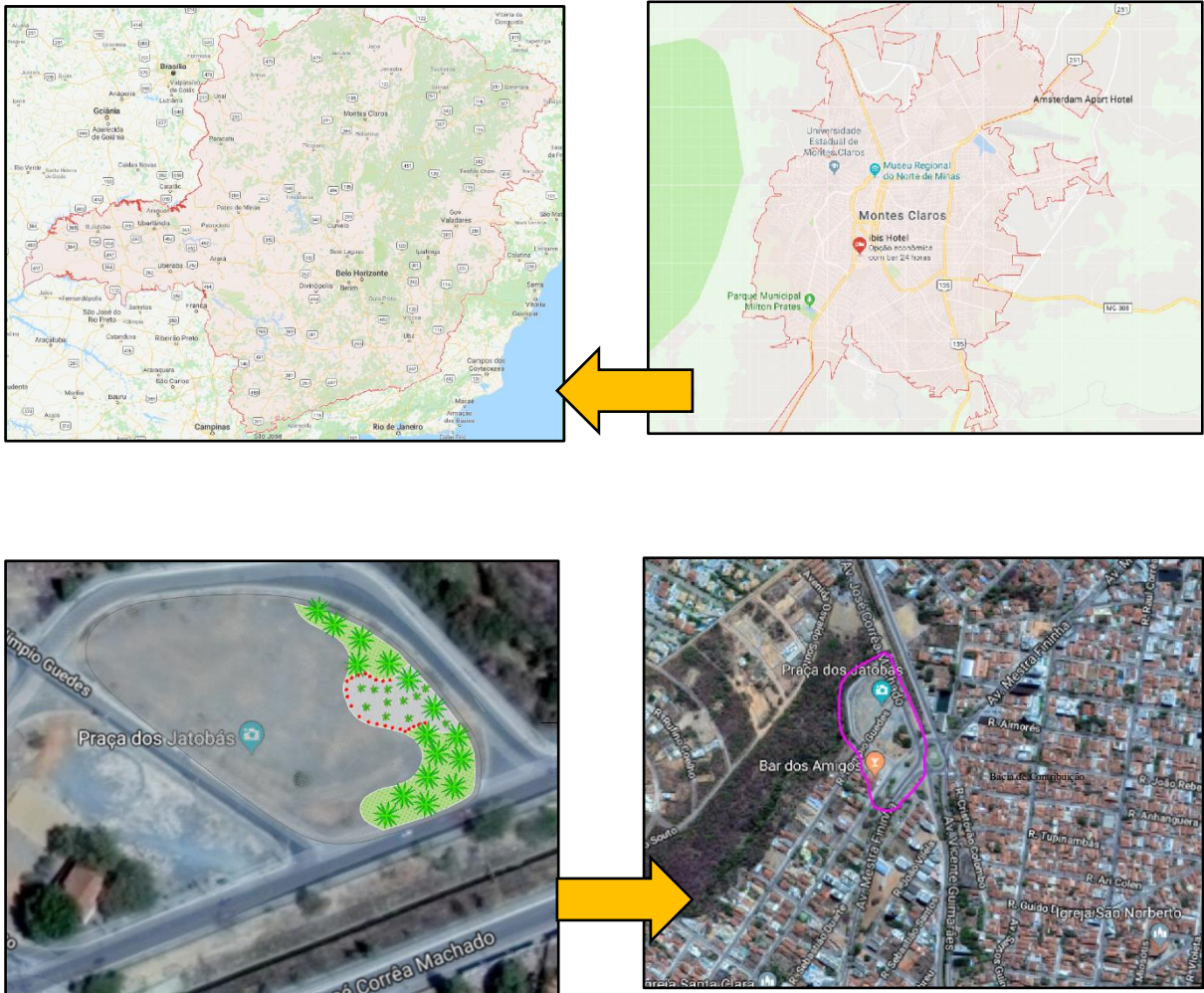
2.1. LOCALIZAÇÃO DO PROJETO

O terreno escolhido é uma área pública situada no bairro Morada do Sol, na região Sul da cidade de Montes Claros-MG. Nomeada como Praça dos Jatobás. Possui uma área de 12.246 metros quadrados, divididas em duas áreas. Uma parte com 7.303 metros quadrados e a outra com 4.943 metros quadrados, onde se situa a secretaria de esportes e lazer do município.

ELABORAÇÃO DE PROJETO DE JARDINS DE CHUVAS PARA MINIMIZAÇÃO DAS ENCHENTES

SILVA, Rayanne Caires

Figura 2: Localização do Terreno

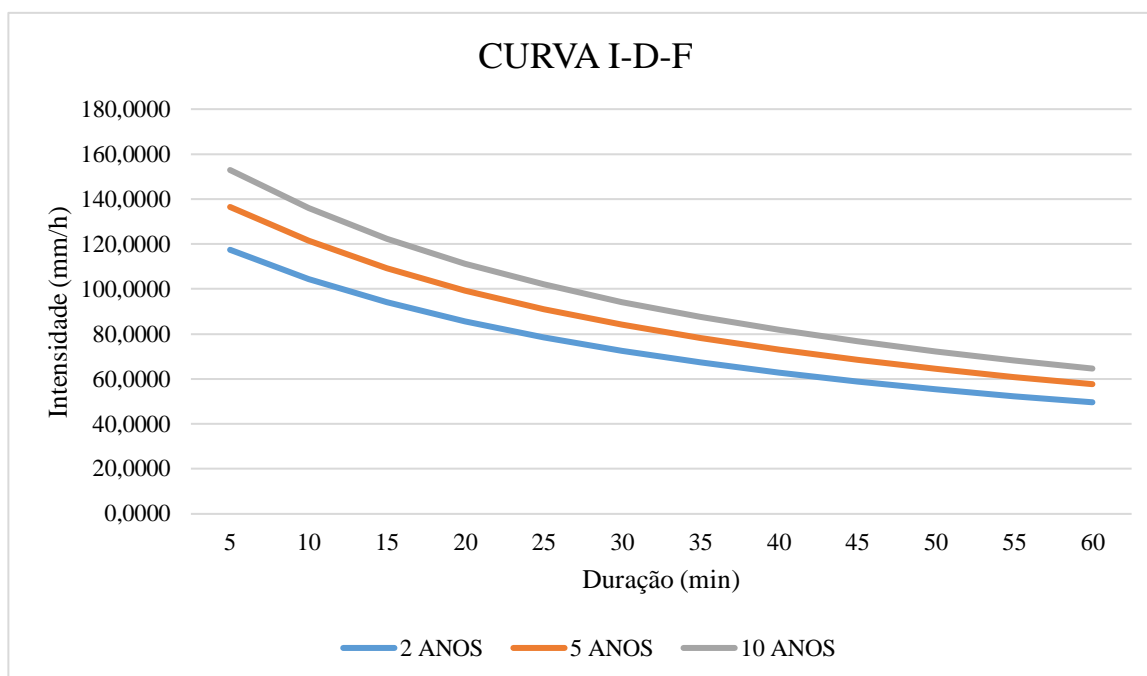


Fonte: Google, 2018 – adaptada pelos autores

3. DISCUSSÃO DE RESULTADOS

A avaliação do jardim de chuva como técnica compensatória no manejo de águas pluviais foi realizada considerando-se o principal evento ocorrido nos períodos comparativos de 2, 5 e 10 anos. Um dos métodos mais utilizados em hidrologia para medir as chuvas máximas de um ponto numa bacia hidrográfica é a chamada curva IDF (intensidade – duração – frequência). Esta curva correlaciona a intensidade máxima da precipitação (mm/h) com a sua duração no tempo (minutos) e a sua probabilidade ou tempo de retorno (probabilidade em % ou anos).

Figura 3: Curva I-D-F (Intensidade-duração-frequência)



Fonte: Autores, 2018

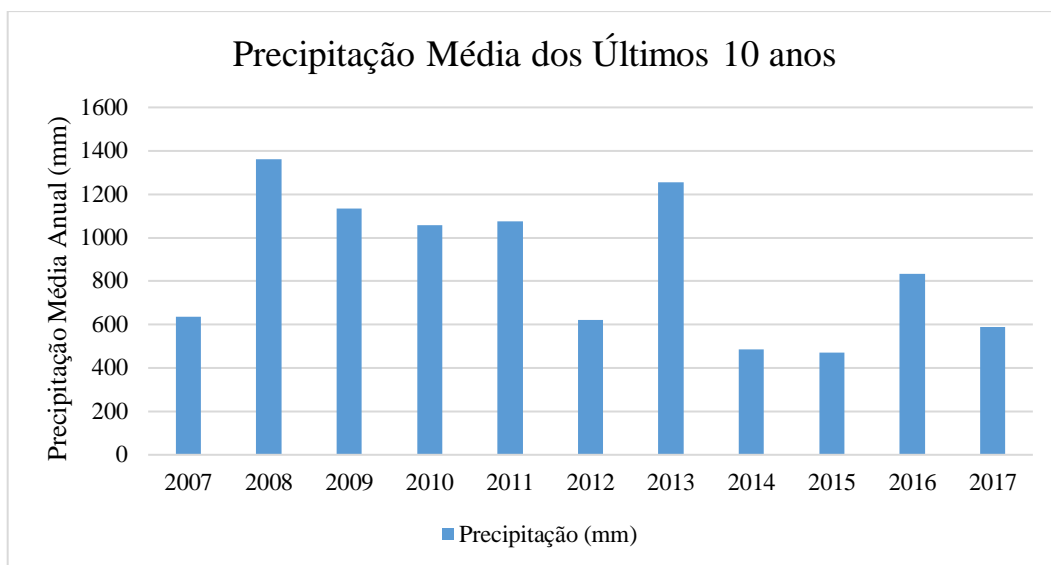
Em relação ao armazenamento, o Jardim de Chuva possui capacidade para receber e armazenar 535,10 m³, determinando assim um ótimo desempenho estrutural suficiente para armazenar uma grande capacidade de águas precipitadas sob a bacia de contribuição, sendo posteriormente utilizadas para reaproveitamento urbano.

Este tipo de reaproveitamento apresenta um potencial muito amplo e diversificado. Por não exigir níveis altos de tratamento, pode ser utilizada para manutenção de jardins, limpeza de calçadas e em outras atividades para o bem público.

ELABORAÇÃO DE PROJETO DE JARDINS DE CHUVAS PARA MINIMIZAÇÃO DAS ENCHENTES

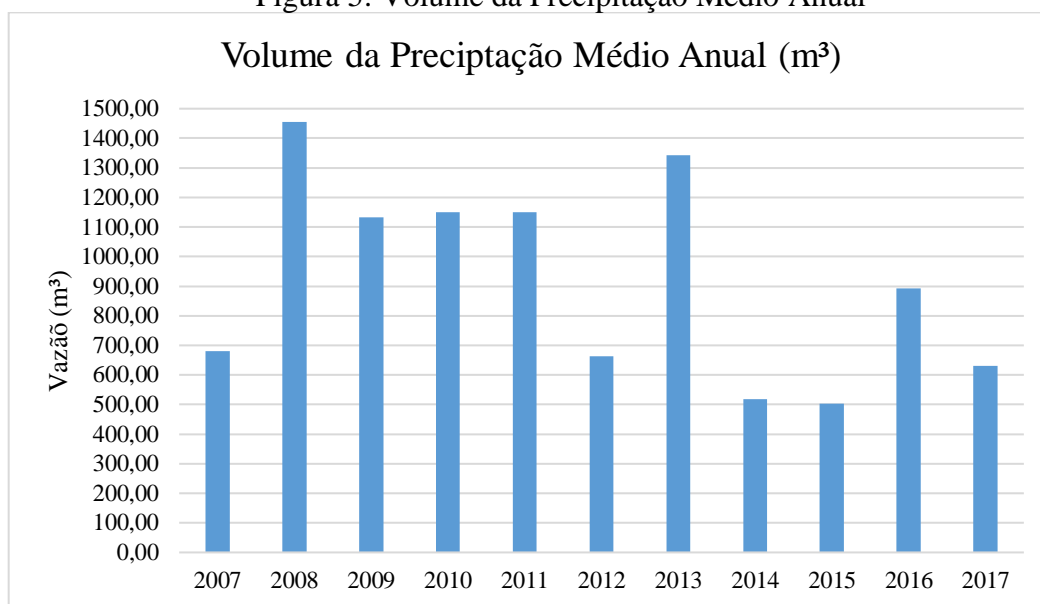
SILVA, Rayanne Caires

Figura 4: Precipitação Média dos Últimos 10 anos)



Fonte: Autores, 2018

Figura 5: Volume da Precipitação Médio Anual



Fonte: Autores, 2018

Assim, considerando a chuva média ocorrida com tempo de retorno de 10 anos, o sistema de biorretenção comporta com êxito a sua função de armazenar 50% de toda a precipitação, minimizando o acúmulo de água depositada na área escolhida.

3.1. ANÁLISE DE CUSTOS

Efetuuou-se um estudo de custo para a construção do Jardim de Chuva, baseando nos valores da Tabela do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção

ELABORAÇÃO DE PROJETO DE JARDINS DE CHUVAS PARA MINIMIZAÇÃO DAS ENCHENTES

SILVA, Rayanne Caires

Civil (SINAPI) e cotação de mercado, visando definir a importância dos recursos exigidos para a construção do sistema de biorretenção, verificando a variabilidade de preços.

Depois de levantado o projeto e feito memória de cálculo, efetuou-se a busca dos serviços necessários na planilha SINAPI do mês de Março/2018 e cotação de preços para o sistema de ecodreno, já que o mesmo não se encontra na referência mencionada anteriormente.

Analisando o custo por metro quadrado do Jardim, no qual ficou em R\$ 320,75, é possível dizer que, apesar de ter um investimento inicial alto, o mesmo trará benefícios a longo prazo. Ressaltando que, nos dias atuais passamos por uma fase hídrica complicada no qual esse armazenamento poderia ajudar a minimizar não somente impactos de inundações, mas como a falta d'água futuramente para diversas atividades.

4. CONCLUSÕES

A pesquisa descrita aplicou uma técnica compensatória inovadora no país, o jardim de chuva, a qual apresentou resultados satisfatórios para a cidade de Montes Claros - MG. Esse dispositivo caracteriza uma solução em potencial para o desenvolvimento de cidades hidrológicamente sustentáveis, minimizando os efeitos intempestivos de um processo de urbanização não planejada e contribuindo para a recuperação de ecossistemas urbanos.

Diante das funções de armazenamento e infiltração, pode-se dizer que o sistema de biorretenção atingiu as perspectivas quanto ao recebimento dos volumes produzidos pela área de drenagem adotada temporariamente. Isso se deu, devido à alta taxa de infiltração do solo para a confecção do jardim de chuva e o ecodreno, responsável por acumular a água captada, direcionando-a posteriormente para fins de reaproveitamento em áreas públicas. É importante mencionar que tal solução é viável técnica e economicamente, mas demandará elevados custos financeiros inicialmente. Apesar de causar incômodos como qualquer obra, não será como as grandes obras que trazem transtornos aos centros urbanos impedindo muitas das vezes a passagem de seus transeuntes.

Perante esse estudo, foi avaliado que o Jardim de Chuva teve com êxito a confirmação de que a sua instalação na área escolhida contribuiria sim para a minimização dos impactos causados pelas inundações, advindas de chuvas e o mal dimensionamento do sistema de drenagem, bem como, promovendo a preservação da água para aproveitamento urbano.

**ELABORAÇÃO DE PROJETO DE JARDINS DE CHUVAS PARA MINIMIZAÇÃO DAS
ENCHENTES**
SILVA, Rayanne Caires

REFERÊNCIAS

FANTINATTI, Pedro Augusto Pinheiro; FERRÃO, André Munhoz de Argollo; ZUFFO, Antônio Carlos. **Indicadores de Sustentabilidade em engenharia: como desenvolver** – 1. Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

FREITAS, Adir José de; SILVA, Demétrius David da; PRUSKI, Fernando Falco. **Equações de chuvas intensas do Estado de Minas Gerais** – 1. Ed. Belo Horizonte: Companhia de Saneamento de Minas Gerais, 2001.

INMET - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. <www.inmet.gov.br> Acessado em 03/04/2018.

MELO, Tássia dos Anjos Tenório de; COUTINHO, Artur Paiva; CABRAL, Jaime Joaquim da Silva Pereira; ANTONINO, Antônio Celso Dantas; CIRILO, José Almir. **Jardim de chuva: sistema de biorretenção para o manejo das águas pluviais urbanas**. Revista Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 14, n. 4, p. 147-165, 2014.

NOCETTI, Talita Fávoro; CORDEIRO, João Sérgio. **A visão dos atores no sistema de drenagem urbana: uma análise crítica da gestão dos recursos humanos**. Revista de Ensino de Engenharia, v. 29, n. 2, p. 14-26, 2010.

REIS, Ricardo Prado Abreu; ILHA, Marina Sangoi de Oliveira. **Comparação de desempenho hidrológico de sistemas de infiltração de água de chuva: poço de infiltração e jardim de chuva**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 14, n. 2, p. 79-90, jun, 2014 .

SANTOS, Karla Azevedo; RUFINO, Iana Alexandra Alves, BARROS FILHO, Mauro Normando Macêdo. **Impactos da ocupação urbana na permeabilidade do solo: o caso de uma área de urbanização consolidada em Campina Grande**. Revista Engenharia Sanitária e Ambiental, Campina Grande, 2016.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. **Gestão de Águas Pluviais Urbanas – Ministério das Cidades – Global Water Partnership Wolrd Bank** – Unesco 2005.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. **Águas urbanas**. Estudos Avançados, São Paulo, v. 22, n. 63, p. 97-112, jan, 2008.

VASCONCELOS, Anáí Floriano; MIGUEZ, Marcelo Gomes; VAZQUEZ, Elaine Garrido - **Critérios de projeto e benefícios esperados da implantação de técnicas compensatórias em drenagem urbana para controle de escoamentos na fonte, com base em modelagem computacional aplicada a um estudo de caso na zona oeste do Rio de Janeiro**. Revista Engenharia Sanitária E Ambiental, Rio de Janeiro, v. 21, n. 4, p. 655-662, out/dez, 2016.