

**IX-024 - SIMULAÇÃO DA IMPLANTAÇÃO DE UMA BACIA DE DETENÇÃO
PARA AMORTECIMENTO DO PICO DE VAZÕES NO BAIRRO JARDIM
PRIMAVERA, LOCALIZADO EM RIO PARANAÍBA, INTERIOR DE
MINAS GERAIS**

Fernanda Rocha Braes⁽¹⁾

Graduanda em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), *Campus* de Rio Paranaíba.

Lucas Henrique Batista de Souza Pontelo⁽²⁾

Graduanda em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), *Campus* de Rio Paranaíba.

Lineker Max Goulart Coelho⁽³⁾

Engenheiro Civil pela Ecole Nationale des Ponts et Chaussées – Paristech e pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Mestre em Engenharia Hidráulica e Ambiental pela Ecole Nationale des Ponts et Chaussées – Paristech. Doutor em Engenharia Sanitária e Ambiental na Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Professor do Instituto Federal de Minas Gerais – Campus Santa Luzia – MG.

Endereço⁽⁴⁾: Rua Boaventura, 54 - Centro - Rio Paranaíba – Minas Gerais - CEP: 38810-000 - Brasil - Tel: +55 (34) 99665-6953 - e-mail: fernandabraes@live.com

RESUMO

Rio Paranaíba, cidade de pequeno porte, localizada no interior de Minas Gerais, tem enfrentado grandes problemas em virtude de uma expansão sem planejamento que houve em seus últimos dez anos, devido à chegada do *Campus* da Universidade Federal de Viçosa. Esse crescimento implicou em um aumento considerável na área impermeável, ocasionando em um maior volume de escoamento de águas pluviais pelas ruas; o qual não é suportado pelas redes de drenagem já existentes, ou mesmo não tem para onde escoar, devido a não existência dessas redes em determinados bairros. Destaca-se, em Rio Paranaíba, um bairro particular, chamado Jardim Primavera, no qual o loteamento foi aprovado para a venda pela Prefeitura Municipal, antes que toda infraestrutura estivesse concluída, inclusive a rede de drenagem de águas pluviais. E desde então foram construídas casas e edifícios, os quais já possuem habitantes e a construção da rede de drenagem não foi iniciada. A inexistência do sistema de drenagem pluvial tem causado problemas aos moradores desse local, bem como à jusante, onde existe a rede de drenagem, porém essa é insuficiente para amortecer toda a vazão que chega a ela, gerando enxurradas no centro da cidade. Em busca de uma solução para o amortecimento do pico de vazões, optando pela utilização de estruturas que remetem a características naturais de escoamento e infiltração, foi proposta a simulação da implantação de uma técnica compensatória. A técnica escolhida foi uma bacia de detenção, pois tem capacidade de atender a uma área de contribuição relativamente grande, sendo o caso do bairro Jardim Primavera e, além disso, essa bacia em períodos secos seria uma quadra de futsal e duas quadras de peteca, visto que Rio Paranaíba conta com poucas áreas de lazer e prática de esporte. Seu dimensionamento foi realizado de acordo com a metodologia proposta por Miguez, Veról e Rezende (2015), diferindo apenas das considerações realizadas para a descarga do reservatório. Foram plotados gráficos retratando o pico de vazão real e o pico de vazão simulando a construção da bacia de detenção e estes foram comparados. Os resultados apresentados indicam que seria satisfatória a construção de uma bacia de detenção, pois essa teria grande efeito de amortecimento no pico de vazão, solucionando o problema frequente no bairro Jardim Primavera; mostrando dessa forma o quanto as técnicas compensatórias podem ser eficientes.

PALAVRAS-CHAVE: Técnicas Compensatórias, Bacia de Detenção, Rede de Drenagem Pluvial, Águas Pluviais, Pico de Vazão.

INTRODUÇÃO

O país, nos últimos anos, tem enfrentado grandes problemas relacionados à ocorrência de enchentes e enxurradas nos centros urbanos, que causam grandes prejuízos econômicos, transmissão de doenças de veiculação hídrica, entre outros. Essa problemática se deve ao grande crescimento da população na área

urbana, que impacta de forma direta o ambiente, modificando características naturais de escoamento e infiltração, devido à impermeabilização da área; o que eleva os picos de vazões provenientes de precipitações. Segundo Bezerra et al. (2016) é necessário que haja investimentos em infraestrutura para que a cidade se desenvolva de forma a garantir qualidade de vida para todos seus habitantes. Geralmente um dos maiores problemas relacionados à infraestrutura urbana está ligado à construção de redes de drenagem pluviais insuficientes; o não cuidado com as existentes, o que acaba diminuindo a capacidade de amortecimento de vazões que elas possuem; ou mesmo a sua inexistência. De acordo com a Prefeitura de São Paulo (2009), há ainda a problemática da inexistência de Planos Diretores de Drenagem Urbana, que procurem equacionar os problemas de drenagem sob o ponto de vista da bacia hidrográfica.

Rio Paranaíba é uma cidade pequena, com área territorial de 1.352,353 km² e cerca de 12.431 habitantes, segundo o IBGE. Nos últimos dez anos houve uma grande expansão urbana na cidade devido à chegada do campus de uma universidade, para a qual não estava preparada, principalmente em relação ao sistema de drenagem urbana existente. Essa expansão veio acompanhada de grandes problemas, visto que o crescimento ocorreu de forma rápida e sem planejamento.

A expansão da cidade resultou na construção de novos loteamentos, visto que houve um grande crescimento na atividade imobiliária devido à chegada de universitários, professores, técnicos e servidores. De fato de acordo com Stephan et al. (2013) a instalação do campus universitário em questão trouxe novos moradores para a cidade e juntamente com a chegada de estudantes, professores e funcionários vêm aumentando a demanda por moradia, transporte, alimentação, comércio, lazer dentre outras necessidades.

Apresentando topografia predominantemente plana, moradores residentes na região mais baixa sofrem pela falta de planejamento referente ao sistema drenagem de águas pluviais. Ressalta-se que na maior parte dos bairros antigos da cidade não existem bocas de lobo nem galerias de drenagem nem tampouco sistemas alternativos do tipo técnicas compensatórias. Além disso, nas áreas em que existe algum sistema de drenagem pluvial este se apresenta subdimensionado e em situação precária, conforme apresentado nos estudos de Santos (2014) e Araújo & Coelho (2015).

Desta forma, quando ocorrem chuvas mais intensas, o volume de água que escoar é muito alto e provoca transtornos aos moradores. Outro agravante é a diminuição do número de áreas permeáveis ocasionado pelo número de construções desordenadas, minimizando assim a infiltração e conseqüentemente aumentando o escoamento superficial.

Salienta-se ainda que em alguns dos novos loteamentos os proprietários começaram a vendê-los antes de concluírem toda a infraestrutura, inclusive existem alguns desses loteamentos que até o momento não possuem sistema de drenagem pluvial, mesmo possuindo casas e edifícios construídos e habitantes nesses.

A inexistência do sistema de drenagem pluvial tem causado uma série de problemas aos moradores desses locais; pois conforme a intensidade e duração das precipitações pluviométricas, a água invade calçadas, chegando a entrar nas residências; prejudica a vida útil do asfalto, devido ao acúmulo de água e, além disso, se torna um problema à jusante, onde existe a rede de drenagem, porém essa se torna insuficiente para amortecer toda a vazão que chega a ela, o que mais uma vez traz o problema das enchentes e enxurradas.

Por outro lado existem as chamadas técnicas compensatórias, ou ainda técnicas verdes, que tem a função de amortecer os picos de vazões nos centros urbanos, com a construção de estruturas que remetem a características naturais de escoamento e infiltração, diminuindo o impacto que as águas pluviais viriam a causar. Depois de muitos anos seguindo uma única diretriz de soluções para drenagem urbana de águas pluviais, agora se entende que quanto menos se interfere nas condições naturais do meio, mais perto se estará de um equilíbrio ambiental; e é exatamente essa a função das técnicas compensatórias (SOUZA, 2015).

Dentre as técnicas compensatórias mais utilizadas estão: bacias de retenção e detenção, trincheiras e valas de infiltração, concreto permeável, telhados verdes, entre outras. Segundo Righetto (2012, apud Bucher, 2009), a escolha das técnicas a serem adotadas depende de diversos fatores, dentre eles: urbanísticos, sociais, econômicos e ambientais. Os critérios de análise são realizados confrontando o tipo de técnica e sua forma de funcionamento e manutenção. “Cada uma das diferentes técnicas deve ser confrontada com os vários requisitos

e implicações pertinentes que podem ou não limitar seu emprego, possibilitando a identificação das técnicas efetivamente viáveis para uma dada situação (RIGHETTO, 2009, apud BUCHER, 2012)”.

As bacias de retenção são utilizadas com o objetivo de reduzir os picos de enchentes e retardar o escoamento da água, tendo como efeito positivo um alívio nas redes de drenagem. Entretanto, tais estruturas requerem a utilização de grandes espaços urbanos devendo, portanto se buscar sempre associá-las a outros equipamentos urbanos. Normalmente são utilizadas praças, parques e áreas de lazer como quadras e campos de futebol para atuarem com função de retenção. Nestes casos as bacias podem ser tanto subterrâneas, localizadas abaixo dos equipamentos urbanos, como a céu aberto. No último caso o próprio equipamento urbano é utilizado como reservatório durante eventos pluviométricos sendo preenchido pela água pluvial.

A utilização de bacias de retenção subterrâneas possui como inconveniente a necessidade de maiores investimentos para sua construção. Já as bacias de retenção a céu aberto necessitam de manutenções após a ocorrência de evento pluviométrico para garantir que a outra função do equipamento urbano (praça, quadra, campo de futebol) não seja limitada pelo acúmulo de sólidos trazidos pelas águas pluviais. Estas em geral possuem um custo de construção entre três e cinco vezes menor que os custos de construção das bacias subterrâneas (DEP, 2015). Levando em consideração as vantagens e desvantagens dos dois tipos de bacias, escolheu-se para este estudo a bacia de retenção do tipo superficial para que seja implantada na região do Rio Paranaíba.

OBJETIVO

Os principais objetivos do presente trabalho são: escolher um local que apresente problemas quando ocorrem chuvas, como enchentes ou enxurradas; calcular a intensidade pluviométrica do local para determinado tempo de concentração e período de retorno, apresentar os picos de vazões que essa viria a gerar; e por fim simular a implantação de um tipo de técnica compensatória capaz de amortecer os picos de vazões gerados e apresentar a comparação aos picos de vazões obtidos antes e após a simulação da implantação da técnica.

METODOLOGIA

Inicialmente, com base nos problemas já mencionados anteriormente, foi alocado em um mapa da cidade de Rio Paranaíba, fornecido pela Prefeitura Municipal, a área de contribuição do bairro “Jardim Primavera”, bairro esse proveniente de um loteamento que foi aprovado pela Prefeitura Municipal antes que todas as infraestruturas estivessem concluídas e que não possui rede de drenagem, mesmo após a venda de todos os lotes, com casas e edifícios construídos e habitantes.

Essa alocação foi realizada através das curvas de nível do terreno que mostram uma direção comum de escoamento em toda a área. Foi considerado para a área de contribuição somente áreas de calçadas e vias, visto que dentro dos quarteirões, considerou-se que cada morador possui seu próprio “sistema de drenagem de águas pluviais”, sendo o mais comum na cidade, o escoamento de água da chuva através de ralos nos arredores das casas, que a lançam na rede coletora de esgoto. A área de contribuição considerada é de 95252,61 m².

A técnica verde escolhida foi uma bacia de retenção, principalmente para ter capacidade de atender a uma área de contribuição relativamente grande, o que demandaria de um espaço maior; a fim de garantir o amortecimento da vazão gerada pelo escoamento de toda essa área. Essa bacia de retenção foi alocada ao final do bairro, considerando-se o sentido de escoamento que ocorre de acordo com a topografia do terreno para que toda a água pluvial seja encaminhada para o mesmo ponto comum, e que esse ponto seja a técnica compensatória.

Rio Paranaíba conta com poucas áreas de lazer e prática de esportes, dessa forma, a técnica compensatória escolhida não seria utilizada somente para amortecer os picos de vazões; essa bacia de retenção em períodos secos seria uma quadra de futsal e duas quadras de peteca, conforme é esquematizado na figura 1; ocupando um total de 2800 m² da área escolhida para sua implantação, que tem aproximadamente 3266 m².

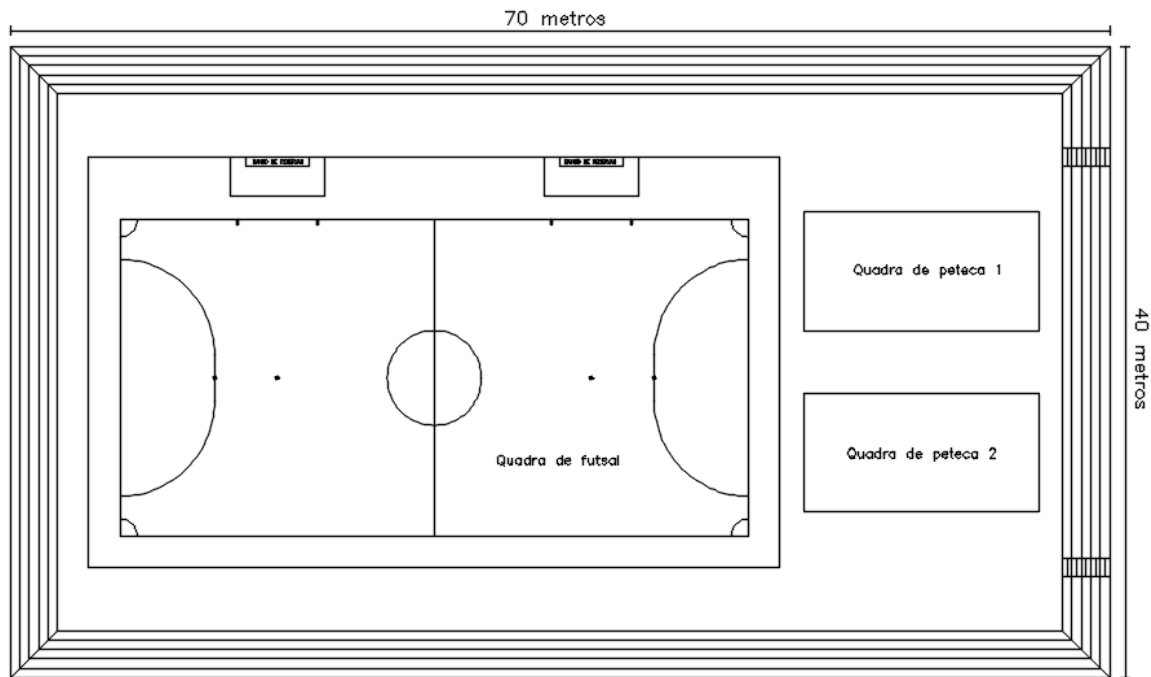


Figura 1: Esquema da bacia de retenção considerada na simulação.

Para dimensionamento da bacia de retenção, os dados pluviométricos foram obtidos através da equação da intensidade-duração-frequência de chuva, utilizando os coeficientes de acordo com o software PLUVIO 2.1, para a cidade de Rio Paranaíba. Usando o programa Plúvio 2.1, foram determinados os parâmetros da equação de chuvas intensas para a área em estudo. Os parâmetros fornecidos pelo Plúvio 2.1, para o município de Rio Paranaíba/MG, cuja latitude e longitude são $19^{\circ}11'37''$ e $46^{\circ}14'50''$, respectivamente, foram: $K = 1472,679$, $a = 0,175$, $b = 15,594$ e $c = 0,765$.

Para esse cálculo da intensidade de chuva, foi utilizado um período de retorno de 10 anos e tempo de concentração de 5 minutos. Com as intensidades de chuvas obtidas, foi realizada uma discretização para o período de 1 minuto, considerando uma chuva com duração de 5 minutos, e a partir dos dados obtidos foi plotado um hietograma, utilizado no dimensionamento.

A bacia de retenção foi dimensionada de acordo com a metodologia proposta por Miguez, Veról e Rezende (2015), diferindo apenas das considerações realizadas para a descarga do reservatório, na qual o cálculo da vazão de saída da bacia foi realizada através da equação 1 quando a altura da lâmina média de água na bacia de retenção é maior que o diâmetro da tubulação de saída escolhido e a equação 2 quando a altura da lâmina média de água é menor que o diâmetro da tubulação de saída.

$$Q_{saída} = C \cdot A \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \quad \text{equação (1)}$$

$$Q_{saída} = 1,5 \cdot \Phi^{0,7} \cdot h^{1,8} \quad \text{equação (2)}$$

Nas equações representadas anteriormente: C é um coeficiente igual a 0,6; A é a área da tubulação de saída da bacia de retenção, em metros quadrados; g é a aceleração da gravidade ($g = 9,81 \text{ m}^2/\text{s}$); h é a altura da lâmina média de água na bacia, em metros; Φ é o diâmetro da tubulação de saída da bacia de retenção, em metros.

No dimensionamento, foram consideradas duas tubulações de saída com diâmetro nominal de 200 milímetros, sendo esse diâmetro uma boa opção para garantir amortecimento no sistema. Após a realização de todos os cálculos, foi definida uma altura de 2,5 metros para a bacia de retenção, visto que a altura máxima que a lâmina de água atingiu foi de 2,13 metros; o que torna a utilização da bacia de retenção válida para o amortecimento do pico de vazões gerado pela área de contribuição considerada.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Através dos dados de chuva obtidos foi calculada a vazão em função do tempo, que a precipitação viria a provocar e com essas vazões foi construído um hidrograma, mostrado na figura 2, representando a real situação do Bairro Jardim Primavera, devido à falta de redes de drenagem de águas pluviais.

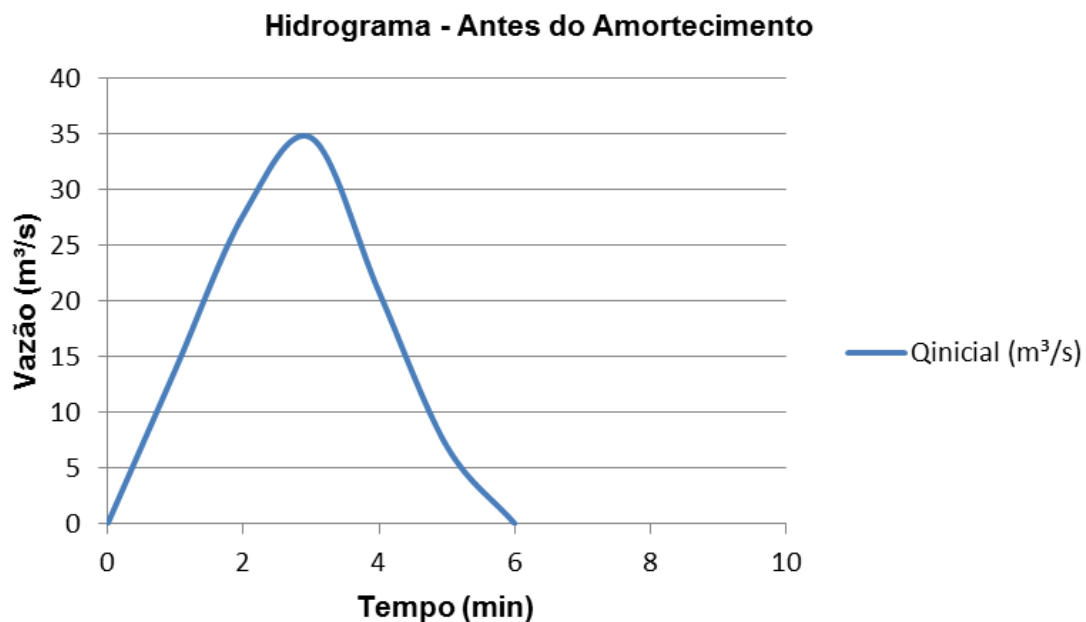


Figura 2: Hidrograma representando a real situação do bairro Jardim Primavera.

Por meio da análise do hidrograma mostrado na figura 2, pôde-se observar que o pico de vazões em um intervalo de tempo de 5 minutos para a área considerada foi muito alto, chegando a gerar escoamentos de 35 m³/s; mostrando que a inexistência da rede de drenagem no bairro analisado gera problemas, como por exemplo, as enxurradas e a transferência da vazão gerada à jusante, onde as redes existentes não suportam.

Este comportamento é atestado por observações na área, as quais indicam constantes avanços da lâmina d'água da sarjeta sobre a calha da rua, dificultando o tráfego de veículos e oferecendo riscos a saúde e segurança dos pedestres que precisam atravessar a rua durante um evento pluviométrico. De fato, na figura 3, são mostradas fotos tiradas 10 minutos após a ocorrência de uma chuva intensa no Bairro Jardim Primavera. Como é possível observar, o asfalto já se encontra quase seco, e ainda há escoamento de água na via.

Com relação aos resultados de escoamento esperados com a implantação da técnica compensatória considerada, após a realização dos cálculos para dimensionamento da bacia de retenção, obtiveram-se valores da vazão de saída em função do tempo, ou seja, o escoamento gerado. Com esses valores foi plotado um hidrograma, sendo esse mostrado na figura 4, retratando como seria o pico de vazões se houvesse a implantação dessa técnica compensatória no Bairro Jardim Primavera.

Como esperado, houve grande redução na geração de escoamento, caindo de 35 m³/s para aproximadamente 4 m³/s. Esses resultados obtidos foram bastante satisfatórios, pois o pico de vazões diminuiu bastante e conseqüentemente não ocorreriam enxurradas e transferência de vazão à jusante, não ocasionando problemas nas redes de drenagem que não foram dimensionadas para receber essas vazões elevadas.

Sendo assim, esta redução nas vazões de pico de quase 90% atesta a aplicabilidade da bacia de retenção proposta e evidência como soluções alternativas de drenagem urbana podem ser eficazes no controle do comportamento e resposta da bacia considerada e ao mesmo tempo permitir uma integração com o espaço urbano servindo de equipamento de lazer como no caso em questão.



Figura 3: Fotos tiradas no Bairro Jardim Primavera após evento pluviométrico.

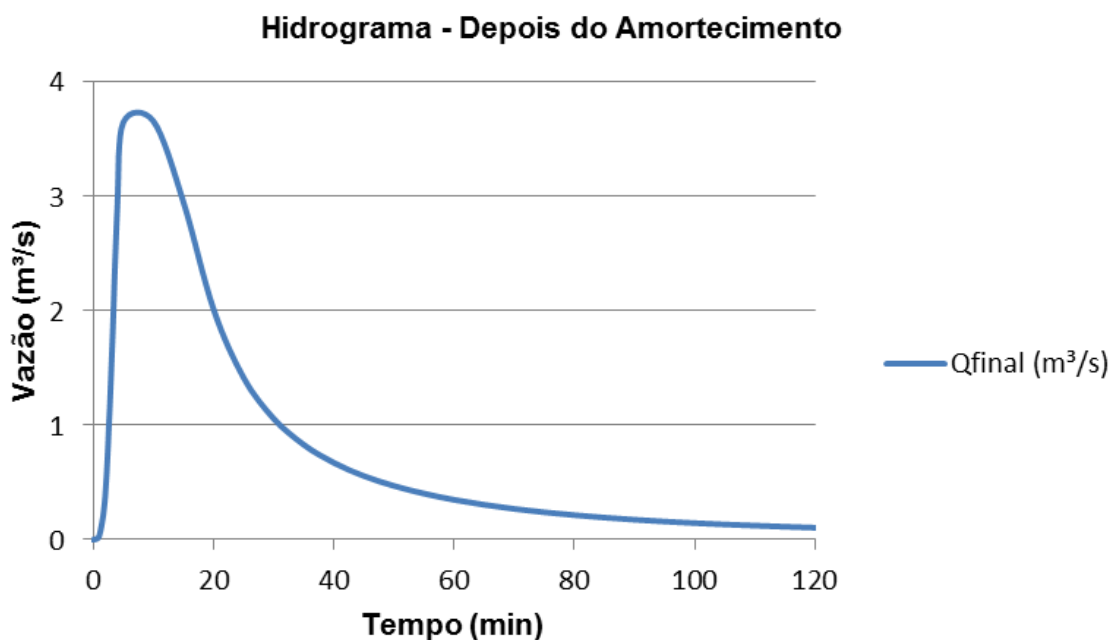


Figura 4: Hidrograma representando o pico de vazões no bairro Jardim Primavera, após a simulação da implantação de uma bacia de detenção.

Na figura 5 é apresentada uma sobreposição dos hidrogramas representando a situação real e a situação em que haveria diminuição do pico de vazões com a simulação da implantação de uma bacia de detenção. Através desse comparativo é possível concluir que os resultados obtidos caso houvesse a implantação dessa técnica compensatória seriam extremamente favoráveis a atenuação dos picos de vazões, visto que é nítido o efeito de amortecimento das vazões.

Comparação dos Hidrogramas - Efeito do Amortecimento

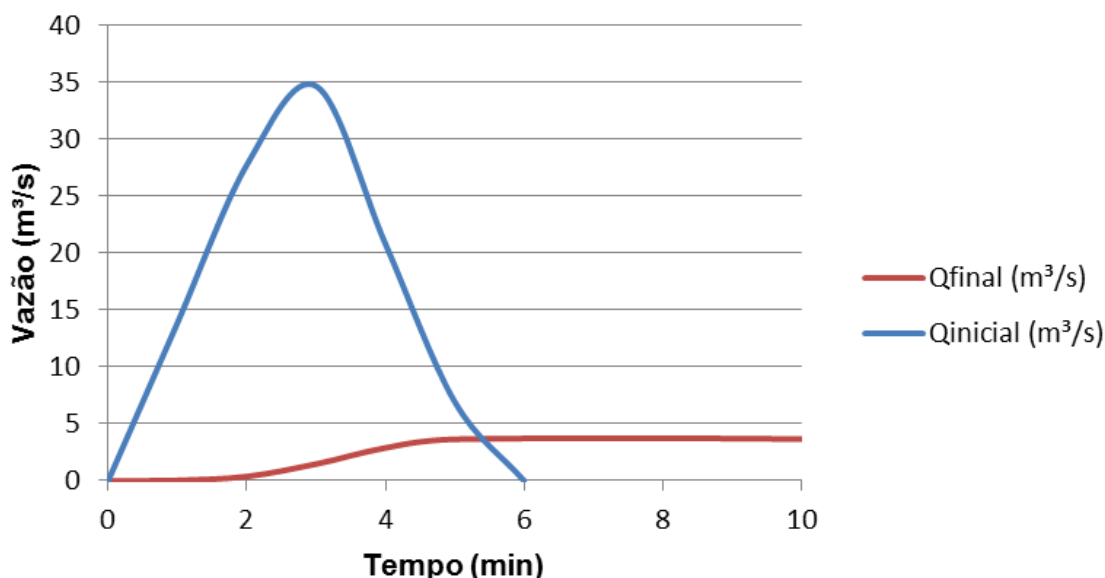


Figura 5: Comparação entre os hidrogramas da situação atual e da situação em que haveria diminuição do pico de vazões no bairro Jardim Primavera, caso houvesse a implantação da bacia de retenção.

CONCLUSÕES

Através da realização do presente trabalho, pôde-se concluir que a implantação de técnicas compensatórias é uma ótima forma de corrigir problemas de drenagem de águas pluviais, além de assemelhar-se mais as formas naturais de escoamento, causando menor impacto. A implantação dessas técnicas garante um amortecimento dos picos de vazões, diminuindo problemas, como enchentes e enxurradas, por exemplo.

No estudo de caso em questão a proposição de uma bacia de retenção integrada a um equipamento urbano, uma quadra de futsal, mostrou-se eficaz na atenuação do pico de vazões de chuva reduzindo-o de 35 m³/s para 4 m³/s, o que representa uma redução de quase 90%.

Os únicos fatores limitantes para a execução dessas intervenções são a falta de espaço e de recursos para a execução. Antes de escolher qual a melhor medida a ser tomada, é necessário fazer um estudo bem detalhado dos problemas e seus geradores e analisar o quanto essa técnica aplicada seria satisfatória na resolução do problema.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ARAUJO, M. M. A. & COELHO, L. M. G. Avaliação hidrológica e hidráulica de sistemas de microdrenagem urbana – Um estudo de caso da cidade de Rio Paranaíba-MG. Anais do 28º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2015.
2. BEZERRA, Alisson Mendes et al. Drenagem urbana de águas pluviais: cenário atual do sistema da cidade de Assú/RN. VII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, Campina Grande, Pb, v. 7, n. -040, p.1-7, nov. 2016. Anual. Disponível em: <<http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2016/IX-040.pdf>>. Acesso em: 04 maio 2017.
3. BUCHER, R. S. A., Aplicação de Técnicas Compensatórias de Drenagem no 1º distrito de Teresópolis para Minimização de Inundações, Teresópolis, Rj. Disponível em: <<http://www.unifeso.edu.br/observatorio/pdf/042315.pdf>>. Acesso em 06 maio 2017.
4. DEP – DEPARTAMENTO DE ESGOTOS PLUVIAIS. Detenção – As bacias que ficam secas. Prefeitura de Porto Alegre, 2015.
5. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Minas Gerais: Rio Paranaíba. 2016. Disponível em: <<http://cod.ibge.gov.br/4KN>>.

6. Prefeitura Municipal de São Paulo. **Diretrizes básicas para projetos de drenagem urbana no Município de São Paulo.** 1 ed. São Paulo: Fcth, 2009. 289 p. Disponível em: <http://www.fau.usp.br/docentes/deptecnologia/r_toledo/3textos/07drenag/dren-sp.pdf>.
7. MIGUEZ, M.G., VERÓL, A.P.; REZENDE, O.M. Drenagem Urbana: Do projeto tradicional à sustentabilidade. Rio de Janeiro: Campus - Grupo Elsevier, 2015. 384 p.
8. SANTOS, D. R. Análise do sistema de drenagem de águas pluviais do município de Rio Paranaíba – MG. Universidade Federal de Viçosa – Campus Rio Paranaíba. Monografia de Final de Curso. 2014, 67p.
9. SOUZA C. S., MORAIS L. R., ALMEIDA F., Estudo sobre técnicas compensatórias de drenagem urbana: Um estudo de revitalização do Córrego Cascavel. 1 ed. Goiás: ANAP, 2015. 24 p. Disponível em: <https://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/gerenciamento_de_cidades/article/view/1049> Acesso em: 05 maio 2017.
10. STEPHAM, I. LATINI, T. O impacto da implantação de um campus universitário em Rio Paranaíba, MG, 2013.