

MUDANÇA NAS MAIORES VAZÕES DE PICO A PARTIR DO REDIRECIONAMENTO DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL EM LOTE URBANO.

Rodrigo Perdigão Gomes Bezerra¹, Marllus Gustavo Ferreira Passos das Neves²

1. Discente de Engenharia Civil do Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Alagoas.
2. Docente do Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Alagoas/Orientador.

Resumo:

A rápida ocupação dos centros urbanos provoca um aumento da impermeabilização do solo e do volume escoado devido à precipitação, tornando frequente a ocorrência de alagamentos. Para minimizar os problemas relativos as inundações urbanas surgem diversos estudos de soluções o mais próximo possível da origem. No Brasil, diversos mecanismos desse tipo já são aplicados tais como trincheiras de infiltração, telhados verdes e técnicas de biorretenção. Eles são um contraponto às técnicas tradicionais de construção de redes que transferem o problema para jusante. O objetivo desse trabalho é considerar soluções entre as técnicas tradicionais de manejo de águas pluviais e os dispositivos citados anteriormente com alternativas mais próximas da realidade da população. Para isso, é feita uma comparação das vazões máximas de um lote com três diferentes configurações de redirecionamento do escoamento. Os resultados se mostram promissores, haja vista que há uma queda na vazão máxima significativa.

Palavras-chave: inundações; controle de escoamento; monitoramento.

Apoio financeiro: CNPQ, FAPCAL.

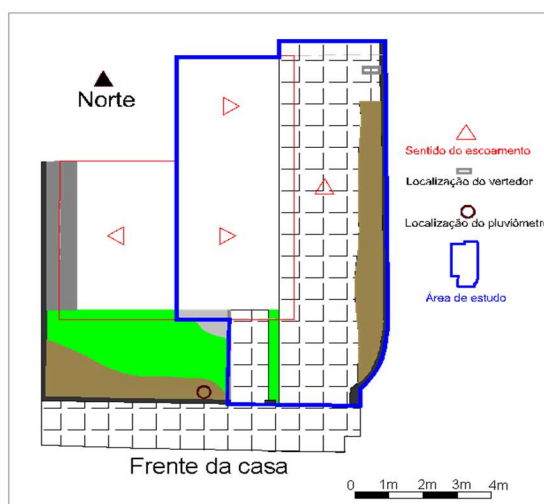
Introdução:

O crescimento urbano desordenado traz consigo um aumento na impermeabilização do solo e uma menor infiltração das águas pluviais. Com isso, os sistemas de drenagem urbana atuais têm se mostrado a cada dia menos eficientes e são comuns as notícias de inundações e alagamentos.

Nesse sentido, ao invés de apenas se pensar em ampliar a rede de drenagem urbana com grandes obras para conter altas vazões de pico, pensa-se em intervenções o mais próximo possível da fonte com melhorias nas condições de infiltração e de armazenamento. Dentre tais medidas, pode-se citar o uso de pavimentos permeáveis, os telhados verdes ou mesmo as técnicas de biorretenção, todos com diversos estudos no Brasil. No entanto, as propostas aqui descritas consideram soluções entre as técnicas tradicionais e as acima citadas para minimizar os impactos da urbanização com menores custos e facilidade de implantação.

O presente trabalho é fruto de uma pesquisa, cujo título é “Lote urbano real: concepção, implantação e avaliação de medidas simplificadas de controle na geração do escoamento superficial”, Edital Universal 14/2013 - Faixa A que se iniciou em 2013 e terminou recentemente. Assim, foi analisado um lote inserido na bacia hidrográfica do rio Reginaldo, localizado no bairro do Feitosa, em Maceió. A figura 1 mostra o lote, os dispositivos de monitoramento e foi adaptada de Nichollas Bandejas Gomes, cujo estudo fez parte do projeto de pesquisa (GOMES, 2017).

Figura 1 – Caracterização do local de estudo.



Fonte: adaptado de GOMES (2017).

O lote foi monitorado em 3 etapas com diferentes configurações de encaminhamento das águas pluviais: Etapa 1 (jul/2014 – jun/2015) – A configuração foi realizada sem a utilização de calhas no telhado do lote;

Etapa 2 (jun/2015 – jul/2016) – A configuração utilizou uma calha na cobertura do lote, direcionando o escoamento para uma região próxima ao vertedor de forma a simular a descarga direta para o sistema de drenagem pluvial;

Etapa 3 (ago/2016 – set/2017) – A configuração utilizou novamente uma calha na cobertura, porém encaminhou todo o escoamento de água para o jardim.

Diante disso, o objetivo desse trabalho é analisar o efeito destes encaminhamentos na vazão máxima de saída do lote, sabendo que esse parâmetro está diretamente relacionado com o dimensionamento e, em alguns casos, sobrecarga dos sistemas de drenagem urbana, diminuindo a capacidade destes. O monitoramento foi feito nas 3 etapas, sendo analisados os resultados de forma comparativa.

Metodologia:

Para a realização do trabalho, foram tomadas medidas que antecederam o monitoramento de chuva e vazão. Em seguida, os procedimentos foram voltados à coleta e análise dos dados.

I) Procedimentos Preliminares

Como descrito em (NEVES, 2017), os seguintes procedimentos foram tomados para o início do monitoramento:

- Visitas ao lote;
- Levantamento Topográfico com técnicos e equipamentos do Centro de Tecnologia (CTEC) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL);
- Instalação de pluviômetro de balsa com registrador automático da marca Hydrological Services Pty Ltd, modelo TB6, basculada de 0,2 mm;
- Fabricação e calibração do vertedor no laboratório de hidráulica do CTEC – UFAL, conforme a figura 2;
- Adaptação do lote (corte de parte do piso, abertura para saída de água e rebaixamento de cotas para instalação do vertedor);
- Instalação do vertedor junto a um sensor de nível (modelo Levellogger Junior Edge) e um sensor de pressão atmosférica (barologger).

Figura 2 - Calibração do vertedor em laboratório.



Fonte: adaptado de NEVES(2017).

II) Coleta e análise de dados

Para a precipitação, o pluviômetro forneceu dados por basculada que foram discretizados ora em intervalos de 1 minuto, ora em intervalos de 30 segundos para melhor detalhamento do evento analisado.

A calibração do vertedor gerou a seguinte equação: $Q = 13,153 \cdot H^{2,5292}$, onde Q é a vazão (mL/s) e H é a carga hidráulica acima da crista do vertedor (cm). Com ela, pôde-se calcular as vazões de saída dos eventos chuvosos usando os dados coletados de altura da coluna d'água.

Com os dados de chuva e vazão, iniciou-se a análise dos hidrogramas elaborados investigando os intervalos com vazões baixas, seguidas de um ou mais picos e de valores baixos, novamente. Assim, esses dados foram colocados lado a lado com medidas de precipitação para gerar planilhas e gráficos.

Para cada etapa, tomaram-se os valores de vazão máxima de cada evento para calcular a média,

elaborar diagramas de caixa e realizar a análise comparativa de duas formas:

- Utilizando as vazões máximas de todos os eventos monitorados;
- Considerando apenas as maiores vazões máximas: Tomando como referência o valor do 3º quartil de cada etapa, selecionou-se apenas os valores de vazão máxima maiores que 75% do total monitorado em cada configuração.

A ideia de se restringir a amostra com os maiores eventos (forma b acima) veio do fato de que, em sistemas de drenagem, a fase de dimensionamento e até de planejamento se preocupa com eventos mais intensos, que geram vazões maiores. O uso do 3º quartil foi uma forma objetiva, mas que não precisa ser a única. Futuramente, podem ser pensados outros critérios.

Resultados e Discussão:

A seguir os resultados para as duas formas de análise.

- Utilizando as vazões máximas de todos os eventos monitorados

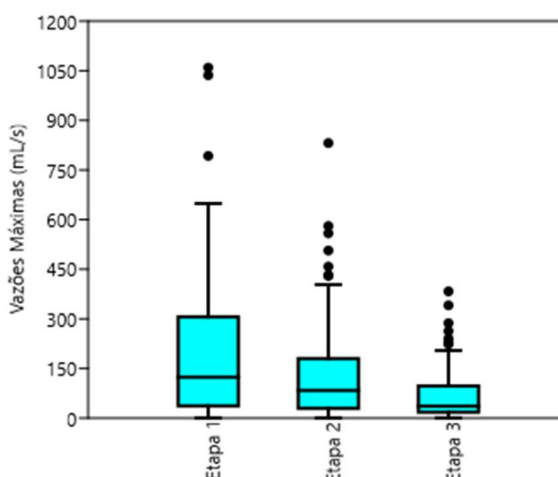
Os resultados estão sintetizados na tabela 1. Posteriormente, foram calculados os valores dos quartis, além dos valores máximos e mínimos das vazões máximas de cada configuração. A figura 3 apresenta os diagramas de caixa das 3 etapas monitoradas.

Tabela 1 – Valores médios.

Etapas	1	2	3
Nº de eventos	81	216	140
Média das vazões de máximas (mL/s)	206,20	129,97	67,48
Coefficiente de variação (%)	110,09	100,94	104,96

Fonte: Autor.

Figura 3 – Diagrama de caixa das 3 etapas com todos os eventos.



Fonte: Autor.

Pode-se indicar que encaminhando o escoamento para o jardim (etapa 3) foi encontrada uma média das vazões de pico cerca de 2 vezes menor do que na etapa 2 e aproximadamente 3 vezes menor do que da etapa 1. Observando ainda os diagramas, notou-se novamente uma redução dos valores da etapa 3 em relação aos demais. O valor do 1º quartil da etapa 3 sofreu uma redução de 72,1% com relação a etapa 2, e de 107,9% quando comparado a etapa 1, já o valor do 3º quartil obtido para a etapa 3 foi reduzido 86,2% com relação a etapa 2 e 203,5% quando comparado a etapa 1.

- Considerando apenas as maiores vazões máximas segundo critério adotado:

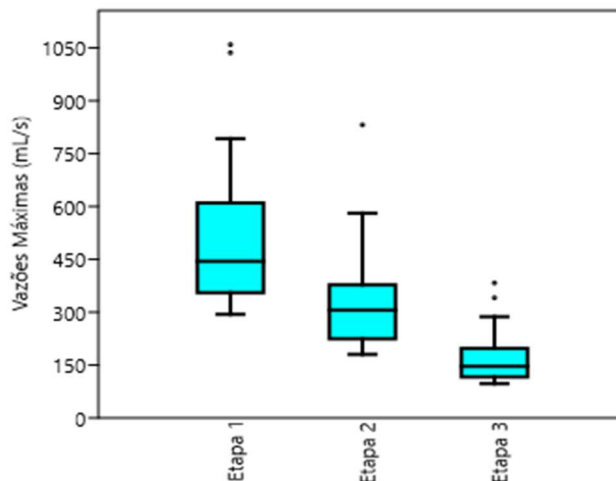
A tabela 2 apresenta a análise pelos valores médios obtidos em cada etapa, e de forma análoga foi traçado o diagrama de caixa de cada etapa monitorada, como mostra a figura 4.

Tabela 2 – Valores médios

Etapas	1	2	3
Nº de eventos	21	55	46
Média das vazões de máximas (mL/s)	517,98	316,23	167,13
Coefficiente de variação (%)	41,81	37,14	41,67

Fonte: Autor.

Figura 4 – Diagrama de caixa das 3 etapas com eventos de vazão mais elevada.



Fonte: Autor.

Novamente foram obtidos valores de vazão máxima inferiores na etapa 3 diante das demais. Nela, o valor médio das vazões de pico foi cerca de 2 vezes menor do que na etapa 2 e 3 vezes menor do que na etapa 1. O valor do 1º quartil reduziu 91,6% em relação a etapa 2 e 202,3% se comparado com a etapa 1, já o valor do 3º quartil sofreu um decréscimo de 89,5% com relação ao valor da etapa 2 e 210,7% quando comparado à etapa 3.

Nota-se ainda, que nas duas formas de análise foram encontrados coeficientes de variação próximos entre as 3 etapas. Esse resultado aponta que houve aproximadamente um mesmo grau de dispersão em torno da média nos dados das 3 configurações monitoradas.

Conclusões:

Com base nos resultados obtidos, identifica-se uma severa redução nos valores de vazão de saída do lote quando o redirecionamento da água da chuva para o jardim foi feito. O decréscimo desse parâmetro aponta que o lote encaminha uma quantidade muito menor de água para o sistema de drenagem urbana com a nova configuração estabelecida em relação as configurações anteriores.

Sendo assim, essa menor contribuição do lote para as sarjetas e galerias de águas pluviais implica em projetos desses elementos para menores dimensões, e, conseqüentemente, em custos reduzidos. Além disso, pôde-se pensar na implantação desse mecanismo de forma integrada para mais lotes de uma região, de modo que a mudança proposta teria um efeito ainda mais representativo para o sistema de drenagem urbana e inundações poderiam ser evitadas sem a necessidade de obras dispendiosas. Isto pode ser incentivado via mecanismos legais como planos diretores e planos municipais de saneamento básico.

Referências bibliográficas

Gomes, N. B. **Incerteza na Determinação do Coeficiente de Escoamento de uma Parcela de Lote Urbano**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Alagoas, 2017.

Neves, M. G. F. P. **Lote urbano real: concepção, implantação e avaliação de medidas simplificadas de controle na geração do escoamento superficial**. Universidade Federal de Alagoas, 2017.

Tassi, R. **Efeito dos microrreservatórios de lote sobre a macrodrenagem urbana**. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002.