

IMPACTO DA CAPTAÇÃO DE ÁGUA DA CHUVA NOS ESCOAMENTOS SUPERFICIAIS

Monique Cerqueira Araujo⁽¹⁾

Estudante de Engenharia Civil pela Universidade Estadual de Feira de Santana, Bahia. e-mail: engcivil.monique@hotmail.com

Keylla Soares Bibiano

Estudante de Engenharia Civil pela Universidade Estadual de Feira de Santana, Bahia. e-mail: bibiano.ks@gmail.com

Eduardo Cohim

Professor titular da Universidade Estadual de Feira de Santana, Bahia. e-mail: edcohim@gmail.com

RESUMO

O desenvolvimento urbano gerou no espaço inúmeras mudanças, cujos efeitos nem sempre são benéficos à sociedade, principalmente quando se trata da natureza. A falta de água potável e grandes inundações nos períodos chuvosos são algumas das grandes preocupações globais, resultando na busca por soluções alternativas. Este estudo avaliou o regime pluviométrico do município de Feira de Santana, na Bahia, associado a captação de água da chuva por diferentes volumes de reservatórios e demandas diárias. Ao final do trabalho pode-se concluir que, com reservatórios intermediários e demandas de 500l/dia é possível reduzir consideravelmente a água escoada na superfície, de modo até que a água escoada seja igual ou inferior a chuva efetiva no período pré-urbanizado.

PALAVRAS-CHAVE: Captação de água da chuva, reservatório, escoamento superficial.

INTRODUÇÃO

O crescimento populacional, concentrando-se principalmente nos centros urbanos, aliado a urbanização levaram a um conseqüente aumento dos escoamentos superficiais devido a crescente impermeabilização do solo. Então, foram desenvolvidas medidas que drenasse o escoamento para um “coletor principal ou riacho urbano”, porém tais medidas causam inundações a jusante, requerem espaço pra ampliação e tem alto custo. (HENTGES, 2013)

Os centros urbanos sofrem constantemente com as inundações nos períodos chuvosos, que são cada vez mais comuns devido a impermeabilização do solo pelo asfaltamento e edificações, associado ao desmatamento e ao lixo industrial e residual estocado de maneira errada. Em períodos de precipitação elevada, as redes de drenagens são insuficientes para dar vazão a toda água. Assim, os grandes centros urbanos sofrem com grandes inundações.

Além do aumento da população mundial e urbanização, há um uso desordenado da água potável disponível, o que desestabiliza mais o atual cenário hídrico mundial. Por ser um recurso limitado, os recursos hídricos podem entrar em esgotamento e causar crises de abastecimento ao redor do mundo. Portanto, é necessário controlar e criar alternativas para economia da água potável.

Cresce assim a necessidade da utilização de novas técnicas de modo a melhorar o aproveitamento da água. Com relativa facilidade, para uso não potável da água pode-se suprir uma parte da demanda das necessidades da população, utilizando métodos ou sistemas de aproveitamento de água da chuva. (CÂNDIDO, 2010)

As técnicas compensatórias baseiam-se, essencialmente, na retenção e na infiltração das águas precipitadas, visando o rearranjo temporal das vazões e, eventualmente, a diminuição do volume escoado, reduzindo a probabilidade de inundações e possibilitando ganhos na qualidade das águas pluviais. (BAPTISTA *et al*, 2005)

Os tanques de retenção na fonte seriam uma possível alternativa para além de aproveitar a água pluvial, reduzir o escoamento superficial. Existem estudos que comprovam a eficácia desse método, o que proporciona impactos econômicos e ambientais. Segundo Forasté *et al.* (2010), o novo programa criado pelo estado da Virgínia inclui a retenção da água na fonte como um padrão de controle da poluição, pois evita o contato desta com poluentes nas superfícies urbanas. Além disso, existem benefícios quanto à maior disponibilidade de água potável, redução de custos e conservação da água e de energia, como também preserva os mananciais.

Em um estudo de caso foi comprovado que tanques de armazenamento usados em residências ou condomínio podem reduzir o consumo de água potável em 39%-30% e 32%-27% respectivamente. Essa variação depende da demanda, volume do reservatório para retenção e a área de captação. (COOMBES *et al.*, n.d.)

Para desfrutar desses benefícios as medidas de controle na fonte juntamente com o sistema de drenagem clássico podem solucionar problemáticas como inundações e qualidade e disponibilidade da água. Através da retenção em reservatórios, essas medidas amortecem os picos de vazões e contêm os escoamentos superficiais na fonte. As medidas compensatórias podem se dividir em não estruturais e estruturais, sendo a primeira um conjunto de regulamentações envolvendo ações e diretrizes sobre o solo e águas pluviais e a segunda é o caso de obras de controle do escoamento por retenção, detenção e infiltração.

Com objetivo de mitigar os impactos da urbanização, muitos estudos e ações voltados à sustentabilidade estão sendo incentivados por ONG's e políticas públicas. Uma alternativa já difundida em muitas cidades brasileiras é o uso de reservatórios de captação de água da chuva para atender ao consumo residencial, no entanto vem crescendo a ideia da reservação com finalidade de amortecer as cheias dos grandes centros urbanos. Já é possível encontrar leis como a LEI N.º 12.526/07 do Estado de São Paulo, de 2 de janeiro de 2007 que diz no artigo 1º:

É obrigatória a implantação de sistema para a captação e retenção de águas pluviais [...] com os seguintes objetivos:

I - reduzir a velocidade de escoamento de águas pluviais para as bacias hidrográficas em áreas urbanas com alto coeficiente de impermeabilização do solo e dificuldade de drenagem;

II - controlar a ocorrência de inundações, amortecer e minimizar os problemas das vazões de cheias e, conseqüentemente, a extensão dos prejuízos;

III - contribuir para a redução do consumo e o uso adequado da água potável tratada.

OBJETIVO DO TRABALHO

O principal objetivo desse trabalho é investigar, com os dados pluviométricos de Feira de Santana, o impacto que a captação da água da chuva pode causar nas inundações nos grandes centros urbanos bem como avaliar o potencial de aproveitamento da água pluvial para diferentes volumes de reservatórios e demandas diárias.

MÉTODOS E DESENVOLVIMENTO

Essa pesquisa estará focada no estudo das medidas compensatórias estruturais por meio de simulação matemática onde a estrutura será o telhado de uma casa.

Baseado no município de Feira de Santana, o estudo utiliza-se dos dados pluviométricos local no período de 15 anos, e características do terreno para determinação da área e taxa de infiltração. De posse dessas informações, foi aplicado um método para estimar a vazão que seria demandada no lote (método racional). Essa investigação foi feita para o lote no seu estado inicial (natural) e para seu estado final de ocupação.

Com os principais dados já estabelecidos, iniciou-se a análise dos volumes a serem amortecidos.

Método racional

O método racional tem por objetivo estimar a vazão baseado na precipitação e em um coeficiente (C), que engloba nas características da bacia. A equação do método racional (equação 1), como já citado considera a intensidade – i (mm/h), coeficiente de deflúvio – C, a área da bacia (km)- A, e Q que corresponde a vazão (m³/s).

$$Q = 0,278 C \cdot i \cdot A \quad \text{equação (1)}$$

A determinação do coeficiente de deflúvio ou run-off é dada de forma aproximada e buscando um valor que caracterize razoavelmente a bacia. Para a bacia utilizada em estudo, na cidade de Feira de Santana, foi definido o coeficiente de deflúvio 0,8, levando em consideração uma área residencial onde a água da chuva será captada por calhas que recebem a água escoada do telhado.

Armazenamento em reservatório

Foi utilizado um modelo computacional para simulação. No programa o balanço hídrico é feito a partir de demandas e volumes de reservatórios pré-determinados. As equações que resolvem o balanço são descritas segundo as equações 2 a 5.

$$Q = P \cdot A \cdot C \quad \text{equação (2)}$$

$$Y_t = \min \left\{ \begin{array}{l} D_t \\ V_{t-1} + \theta Q_t \end{array} \right. \quad \text{equação (3)}$$

$$V_t = \min \left\{ \begin{array}{l} (V_{t-1} + Q_t - \theta Y_t) - (1 - \theta) Y_t \\ S - (1 - \theta) Y_t \end{array} \right. \quad \text{equação (4)}$$

$$Esc = Q_t - (V_t - V_{t-1}) - Y_t \quad \text{equação (5)}$$

Onde:

Q= volume de chuva captada;

D= demanda ou consumo;

P= Precipitação;

C = coeficiente de escoamento superficial;

A= Área de captação;

Y= Produção do sistema, responsável por suprir a demanda;

V=Volume de chuva no reservatório;

S= Volume do reservatório de Armazenamento;

θ =parâmetro de valor que varia de 0 a 1 de acordo ao algoritmo a ser usado (0, para PDE e 1 para PAE).

No qual, PDE- produção depois do enchimento.

PAE- produção antes do enchimento.

A análise dos resultados foi feita a partir de diversos volumes de reservatório, variando de 1000 litros a 9000 litros, tais volumes foram determinados por serem os mais usuais. Com uma área de coleta de 56m², referente ao telhado de uma residência do programa do governo federal “Minha Casa Minha Vida” com coeficiente de deflúvio igual a 0,8.

A determinação da demanda tem grande influência sobre os resultados. Todo o volume reservado é destinado ao consumo interno da residência, assim uma grande demanda resultará na redução mais rápida do volume reservado e conseqüentemente, a um volume disponível para próximo dia de chuva. Para fins de análise foram utilizadas demandas variando de 200 litros a 600 litros diários, e assim entender o comportamento da reservação.

RESULTADOS

A partir dos resultados oriundos do balanço hídrico, no modelo computacional, foram montados diferentes gráficos, para esclarecer a influência do reservatório sobre o volume final de água escoada.

Observa-se a diminuição do escoamento na superfície devido à influência do reservatório. Comparando apenas as condições de pré-urbanização e pós-urbanização, nota-se a elevação da taxa do volume escoado devido a impermeabilização do solo. Com a inserção dos reservatórios é possível ver o quanto esses valores são minorados. Em muitos dos anos o volume se torna muito inferior ao que seria caso se o terreno se encontrasse no seu estado natural.

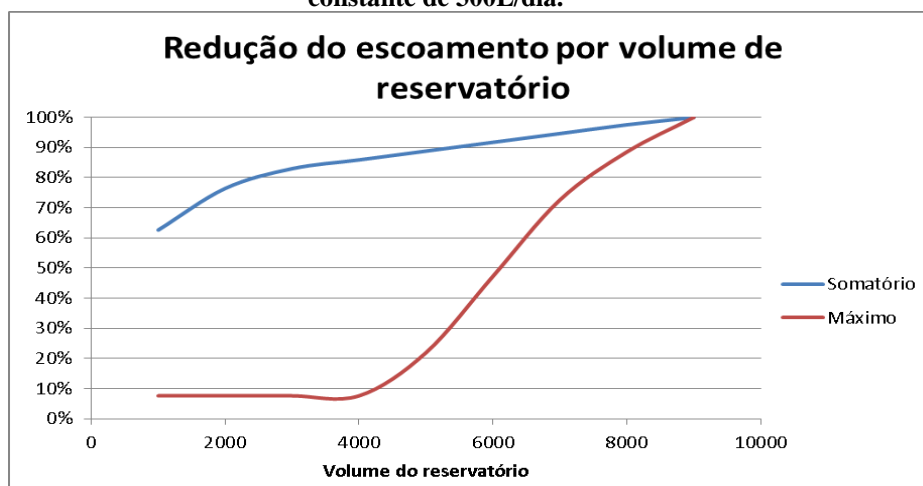
Analisando a interferência do reservatório sobre o total do volume anual, foi possível observar a influência das diferentes variáveis. Utilizando um reservatório de 2000 litros e demanda diária de 300 litros, em alguns anos a captação não gerou resultados tão significativos. Tais anos correspondem aos anos críticos, 2004 e 2007, em que ocorreram precipitações diárias elevadas e muito próximas, mostrando que a chuva precedente influencia na captação e no escoamento superficial. Em 2004, ocorreu um período de chuvas muito intensas, apresentando em seus dados um total de 231 mm de chuva em 8 dias, enquanto que em 2007 ocorreram precipitações elevadas em período mais curtos, 197 mm em 3 dias. Essa diferença nos fornece interessantes informações que serão esclarecidas com os gráficos seguintes.

Analisando as influências do consumo nos anos críticos, um aumento do consumo diário gera em 2004 uma diminuição significativa do excedido diariamente, no entanto para 2007 a redução não se mostra tão eficiente, isso se deve ao fato da chuva se apresentar mais concentrada, distribuída em poucos dias, e o consumo diário não conseguiu satisfazer a grande quantidade de chuva pontualmente.

Reservatórios com grandes volumes reduzem generosamente a grande quantidade de chuva efetiva de 2004, no entanto em 2007 o volume do reservatório não terá capacidade de armazenar todo o volume precipitado por ocorrer em um curto período de dias.

Assim como a demanda, o volume de reservatório é outra variante relevante. Para conseguir atingir um volume de reservatório que seja excelente, este deve atender boa parte dos anos críticos, já que são nessas situações que ocorrem as enchentes e o sistema de drenagem não consegue atender eficientemente ao excesso de volume de água.

Figura 1 - Redução do escoamento superficial por volume de reservatório a uma demanda constante de 300L/dia.



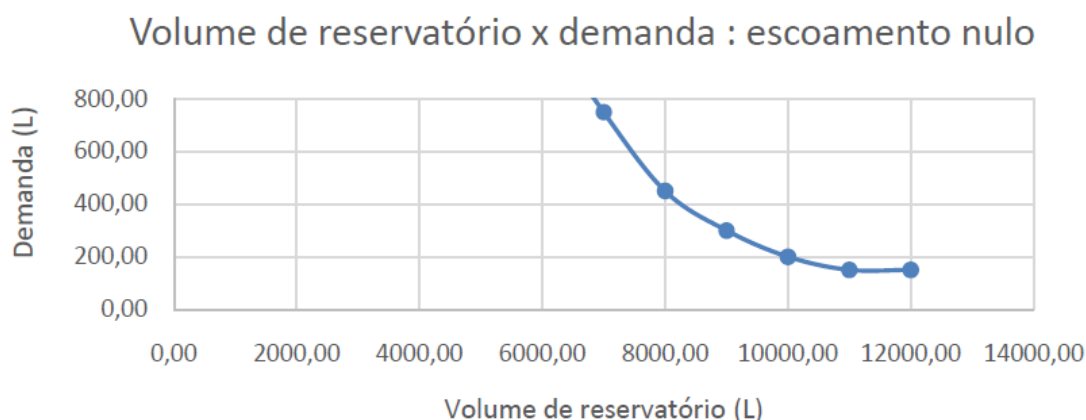
Para produzir o gráfico da figura 1, levou-se em consideração o somatório dos escoamentos para todos os anos analisados dando origem a curva em azul. A curva em vermelho considera o escoamento máximo encontrado em todo o período estudado pois é ele que causará maiores danos a população.

Observa-se no gráfico que todos os reservatórios apresentaram bons resultados quanto ao somatório do escoamento superficial. Contudo, quando se trata dos efeitos sobre os escoamentos máximos anuais, pode-se notar uma pequena colaboração dos pequenos reservatórios e eficientes para os reservatórios superiores a 4000 litros. Até o volume de 4000 litros a redução foi menor que 10%. Foi observado que quase todos os escoamentos máximos anuais acontecem no ano de 2007, onde como já foi dito antes, foi considerado um ano crítico. A chuva efetiva que ocorreu no dia 07 de fevereiro de 2007 de 3948,88 litros e devido as chuvas de dois dias antecedentes só é possível reduzir esse escoamento quando o reservatório for superior a 4000L.

Nesse caso o sistema é controlado pela chuva, a demanda não tem papel significante, sendo ela muito pequena para reduzir o volume armazenado. Caso contrário, quando o volume armazenado é muito menor que a demanda, a demanda será a responsável por controlar o sistema. (GEROLIN, 2010)

Para fins de análises, tem-se que o volume escoado em um solo natural (pré-urbanizado) nessa bacia significaria 56% do volume escoado na pós-urbanização para as duas condições (somatório e máximo escoamento). Para encontrarmos um escoamento equivalente ao que seria de um solo sem modificações, precisaríamos de um reservatório de 6800 litros aproximadamente e uma demanda diária de 300L. Buscando resultados mais excepcionais o reservatório de 9000 litros atende as duas situações com redução de 100% do escoamento superficial. Na figura 2 está expresso as combinações de volumes de reservatório e demanda para os quais o escoamento será nulo.

Figura 2 - Volume de reservatório x demanda, onde o escoamento é nulo



Hentges (2013) evidenciou em seu estudo que seria necessário um reservatório com capacidade de 750.000 litros para garantir o atendimento à demanda e assegurar um volume de espera suficiente para atenuação de cheias. Comparando com os resultados encontrados nesta pesquisa, é possível afirmar que Hentges encontrou um valor muito maior. Tal distorção pode ser um reflexo das diferenças existentes entre as duas pesquisas. Hentges analisou uma série baseada na cidade de Porto Alegre-RS onde a área de captação do telhado é mais do que o dobro, coeficiente de escoamento de 0,95, demanda sazonal que não ultrapassa 4800 L/mês. Tais considerações, entretanto, não justificam o volume do reservatório para um lote padrão adotado no estudo.

CONCLUSÕES

O desenvolvimento urbano tem gerado grandes efeitos ao nosso redor. Notícias veem sendo publicadas com certa regularidade, envolvendo falta de água e inundações que tiram milhares de vidas anualmente, o que parece ser controverso. Por isso, pesquisadores têm focado atenção em estudos para transformar esse cenário.

Já existem inúmeras pesquisas que defendem uso da água pluvial para fins não potáveis como uma forma alternativa e eficaz de consumo, minimizando assim a captação de água tratada para abastecimento de outras utilidades. A redução do escoamento foi outra ideia proposta para a captação da água da chuva.

Esse trabalho mostrou a viabilidade da utilização da captação da água da chuva para redução das inundações, com a possibilidade das águas pluviais deixarem de ser um problema, para se tornarem uma solução quanto à captação direta na fonte. Os reservatórios mostraram-se eficientes na redução do escoamento, podendo até mesmo anular tal escoamento de acordo com o volume de demanda por água da pluvial.

É indicado como sugestão para futuros trabalhos a análise das chuvas precedentes. Como foi indicado nos resultados acima, as chuvas precedentes tem grande influência sobre o volume captado nos reservatórios.

REFERÊNCIAS

BAPTISTA, M.; NASCIMENTO, N.; BARRAUD, S.(2005) *Técnicas Compensatórias em Drenagem Urbana*. ABRH Porto Alegre- RS

CÂNDIDO, R. M. (2010) *Diminuição do Pico de Cheia na Rede de Drenagem de Águas Pluviais através do sistema de Aproveitamento de Água da Chuva*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos) – Universidade do Algarve.

COOMBES P.J., FROST A., KUCZERA G., O'LOUGHLIN G., LEES S. (n.d.). *Rainwater tank options for stormwater management in the upper Parramatta river catchment*. Disponível em: <<http://lshs.tamu.edu/docs/lshs/end-notes/a%20methodology%20for%20using%20rainwater%20harvesting-4168265292/a%20methodology%20for%20using%20rainwater%20harvesting.pdf>>. Acesso em: 29 maio 2015.

FORASTÉ J. A., P.E., HIRSCHMAN D. (2010) *A Methodology for using Rainwater Harvesting as a Stormwater Management BMP*. Low Impact Development 2010: Redefining Water in the City © 2010 ASCE

GEROLIN, A., KELLAGHER, R. B., & FARAM, M. G. (2010). *Rainwater harvesting systems for stormwater management: Feasibility and sizing considerations for the UK*. novatech 2010.

HENTGES, S. C., *Efeito de reservatório de aproveitamento de água da chuva sobre redes de drenagem pluvial*. 2013. 258f. Dissertação de Mestrado - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Área de Concentração em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS, 2013