

## **IX-026 - PROPOSTAS DE MEDIDAS NÃO CONVENCIONAIS PARA ÁREAS DE ALAGAMENTO NO ENTORNO DOS CANAIS DA SUB BACIA 2 DA ESTRADA NOVA NO MUNICÍPIO DE BELÉM-PA**

**Beatriz Barbosa de Brito<sup>(1)</sup>**

Engenheira Sanitarista e Ambiental pela Universidade Federal do Pará. Bolsista do Grupo de Pesquisa em Hidráulica e Saneamento – GPHS - UFPA.

**Rogério de Souza Aguiar<sup>(2)</sup>**

Engenheiro Sanitarista e Ambiental pela Universidade Federal do Pará. Engenheiro de Pesca pela Universidade Federal Rural da Amazônia. Bolsista do Grupo de Pesquisa em Hidráulica e Saneamento – GPHS - UFPA.

**Thaise Daniele Paixão Teixeira<sup>(3)</sup>**

Engenheira Sanitarista e Ambiental pela Universidade Federal do Pará. Bolsista do Grupo de Pesquisa em Hidráulica e Saneamento – GPHS - UFPA.

**Odicleia Trindade Neves<sup>(4)</sup>**

Engenheira Sanitarista e Ambiental pela Universidade Federal do Pará.

**Gabriel Hiromite Yoshino<sup>(5)</sup>**

Engenheiro Sanitarista pela Universidade Federal do Pará.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Laboratório de Engenharia Sanitária e Ambiental - Universidade Federal do Pará - Rua Augusto Corrêa, 01 - Guamá. CEP 66075-110. Caixa postal 479. PABX +55 91 3201-7000. Belém - Pará – Brasil.- e-mail: [brito\\_bia@hotmail.com](mailto:brito_bia@hotmail.com).

### **RESUMO**

O crescimento urbano somado a um inadequado sistema de águas pluviais nas cidades provocam impactos ao meio ambiente e na qualidade de vida da população trazendo transtornos de inundações e alagamentos. Isto é causado por sistemas de drenagem urbana inadequado para algumas situações. Neste estudo foi elencado medidas que visem reduzir o escoamento superficial, a partir de dispositivos que possibilitem a infiltração da água no solo, haja vista que as técnicas de drenagem urbana convencional não abordam o problema do ponto de vista do ciclo hidrológico, resolvendo apenas o problema hidráulico imediato.

**PALAVRAS-CHAVE:** Medidas não convencionais, Drenagem urbana, Infiltração.

### **INTRODUÇÃO**

No Brasil, os problemas relacionados com a drenagem pluvial urbana tornaram-se cada vez mais evidentes devido ao crescimento urbano das cidades, causando impactos significativos na população e no meio ambiente. Esses impactos vêm deteriorando a qualidade de vida da população, devido ao aumento da frequência e do nível das inundações, prejudicando também a qualidade da água, com o aumento de poluentes e materiais sólidos no escoamento pluvial (UFRS, 2005).

As técnicas de drenagem urbana convencionais não abordam o problema do ponto de vista do ciclo hidrológico, resolvendo apenas o problema hidráulico imediato, isto é, levam o excesso de precipitação para jusante dos seus sistemas lineares (Dias & Antunes, 2010). Embora a canalização tenha sido a técnica tradicionalmente utilizada para alcançar estes objetivos, deve-se lembrar de que se trata de uma solução onerosa e que não representa uma alternativa ambientalmente sustentável.

Neste estudo, verificou-se a possibilidade de utilização de técnicas não convencionais para lotes da área da Sub-bacia 2 da Estrada Nova que totalizam 0,014 km<sup>2</sup> como alternativa ambientalmente sustentável aos impactos causado pela impermeabilização do solo nas áreas urbanas.

## MATERIAL E MÉTODOS

### ÁREA DE ESTUDO

A Bacia Hidrográfica da Estrada Nova possui aproximadamente 9,37 km<sup>2</sup>, dos quais, 72,7% estão sujeitos a alagamentos, devido à sua localização em cotas altimétricas iguais ou inferiores a 4,0 metros (ENGESOLO, 2007).

A área espacial da Bacia Hidrográfica da Estrada Nova foi dividida em 04 (quatro) sub-bacias hidrográficas. A Sub-bacia 2 da Estrada Nova foi contemplada pelo projeto de macrodrenagem que teve inicio no ano de 2008.

### CRITÉRIOS PARA DETERMINAÇÃO DE POSSÍVEIS ÁREAS PARA O USO DE MEDIDAS NÃO CONVENCIONAIS

A escolha das possíveis áreas para a implantação de medidas não convencionais priorizou aquelas próximas a incidência de alagamentos, identificadas em visitas *in loco*, bem como de áreas com disponibilidade de espaço. Outro critério adotado partiu da localização de áreas onde as cotas topográficas são maiores em relação às cotas próximas aos canais a fim de minimizar o volume de água pluvial que seria drenado em sua totalidade para essas áreas “baixas” do terreno, diminuindo, dessa maneira, a vazão de água que chega aos canais.

### ESTIMATIVA DAS VAZÕES COM QUE ESSAS ÁREAS CONTRIBUIRÃO PARA UMA PRECIPITAÇÃO DE 10 MINUTOS NA SUB-BACIA

Em virtude da Sub-bacia 2 ter uma área de aproximadamente 4 km<sup>2</sup> o método escolhido para determinação da vazão contribuinte para cada uma das áreas na Sub-bacia 2 que receberão as medidas não convencionais foi o Modelo hidrológico de Soil Conservation Service (SCS). Este método apresenta um hidrograma de projeto adimensional que possui forma curvilínea, entretanto, em 1986 este hidrograma original pôde ser aproximado por simplicidade ao hidrograma unitário triangular – UHT. Para utilizar o hidrograma unitário triangular no método de SCS é necessário calcular diversos parâmetros:

#### a) Tempo de concentração

Tempo de concentração é o tempo que uma gota de água leva para se deslocar do ponto mais distante de uma bacia até o ponto de saída desta. Assim, para o trabalho escolheu-se a equação de Kirpich (1962) para determinar o valor do tempo de concentração:

$$TC = L^{1,15} / 3080.H^{0,38} \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

TC = tempo de concentração em hora;

H = diferença de cota entre o ponto mais distante e o ponto de saída da bacia (desnível) em metro;

L = comprimento do desnível em metro.

#### b) Tempo de pico da vazão

É o intervalo de tempo entre a massa da precipitação e o tempo da vazão máxima.

$$Tp = \frac{\Delta t}{2} + 0,6 \times Tc \quad (\text{Equação 2})$$

Onde:

Tp = tempo de pico em hora;

$\Delta t$  = intervalo de discretização em hora;

Tc = tempo de concentração da bacia em hora.

#### c) Tempo de base

É o produto entre o tempo de pico e o tempo de escoamento.

$$Tb = 2,67 \times Tp \quad (\text{Equação 3})$$

#### d) Vazão de contribuição para uma chuva de 10 minutos

É a vazão máxima gerada no hidrograma, a partir do seu ínicio.

$$Qp = \frac{2,08 \times A}{Tp} \quad (\text{Equação 4})$$

Onde:

Qp = Vazão de pico em m<sup>3</sup>/s;

A = Área da bacia em km<sup>2</sup>.

## RESULTADOS

POSSÍVEIS ÁREAS DE IMPLANTAÇÃO PARA AS MEDIDAS NÃO CONVENCIONAIS COM SUAS RESPECTIVAS REDUÇÕES ATRAVÉS DAS VAZÕES DE CONTRIBUIÇÃO DESSAS ÁREAS PARA UMA PRECIPITAÇÃO DE 10 MINUTOS

Para a área de abrangência do projeto de macrodrenagem da Bacia da Estrada Nova sugeriu-se, a possibilidade de utilização de trincheiras de infiltração (Figura 1) como técnica não convencional combinada a técnica de pavimento poroso (Figura 2) para o tratamento das águas pluviais urbanas, devido serem estruturas lineares e pouco profundas que podem ser instaladas junto à superfície ou sob o solo a pequena profundidade (Fuziy *et al.*, 2012), além de promover o controle do aumento do escoamento superficial nessa área.

**Figura 1 – Trincheira de infiltração**



Fonte: SANTOS, 2013.

**Figura 2-Pavimento poroso**



Fonte: Adaptado TOMAZ, 2009.

As medidas não convencionais propostas com as respectivas áreas podem ser verificadas no Quadro 1.

**Quadro 1 - Medidas não convencionais propostas com suas respectivas áreas e reduções.**

Localização	Possível área para aplicação da medida não convencional	Medidas não convencionais proposta	Área (km <sup>2</sup> )	Redução através da vazão de contribuição para uma chuva de 10 min
Tv. Quintino Bocaiúva entre Av. Fernando Guilhon e Rua Timbiras.		Trincheira de infiltração no estacionamento de um futuro Supermercado que vai ser construído na área.	0,01	$3,4 \times 10^{-2}$
Ed. Residencial Pariquis (Rua dos Pariquis entre Av. Alcindo Cacela e Tv. Quatorze de Março)		Pavimento poroso	$4,43 \times 10^{-3}$	$1,53 \times 10^{-2}$
<b>TOTAL DAS ÁREAS</b>			<b>0,014</b>	

Fonte: AUTORES, 2013.

A partir do mapa de cotas da área da sub-bacia 2 disponibilizada pela Companhia de Desenvolvimento da Área Metropolitana de Belém (CODEM), foi determinado à diferença de cota entre o ponto mais distante e o ponto de saída ao longo do talvegue principal da bacia em metros (H) e o comprimento do desnível em metros (L). Como visto anteriormente, a Equação 1 para o tempo de concentração utilizada foi a fórmula de Kirpich (1962), sendo encontrado o seguinte tempo de concentração para a Sub-bacia 2, conforme apresentado na Tabela 1.

**Tabela 1 – Tempo de concentração da Sub-Bacia 2.**

BACIA	TC (h)	TC (min)
Sub-Bacia 2 Estrada Nova	1,29	77,4

Fonte: AUTORES, 2013.

Para visualizar a contribuição das medidas não convencionais elencadas para as áreas propostas na Sub-bacia 2, utilizamos o hidrograma abaixo que mostra o comportamento da vazão infiltrante para cada uma dessas

áreas em uma precipitação de 10 minutos. Assim, a partir do tempo de concentração, determinou-se o tempo de pico da Sub-bacia:

$$T_p = \frac{[0,016]}{2} + 0,6 \times 1,29$$

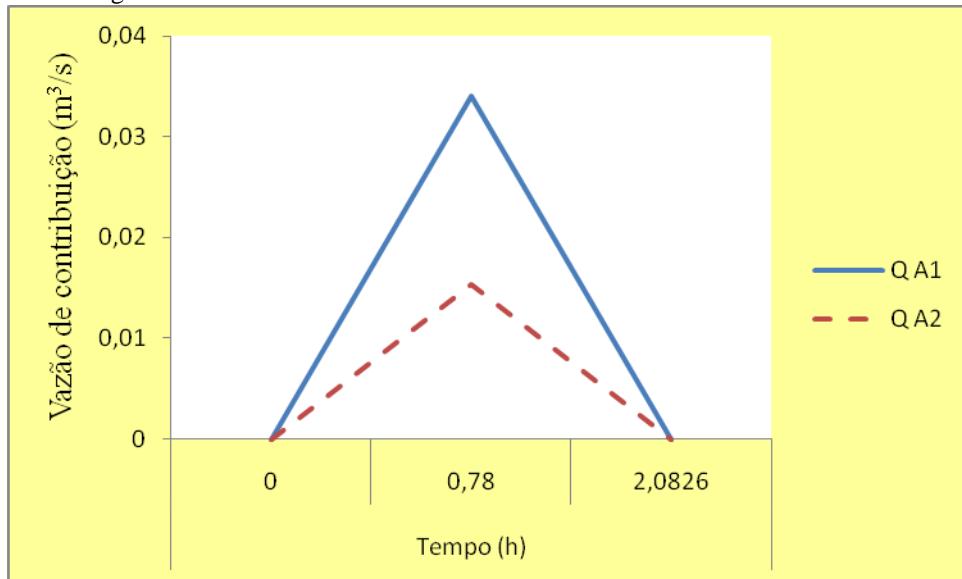
$$T_p = 0,78\text{h}$$

Em seguida determinou-se o tempo de base, da seguinte maneira:

$$T_b = 2,67 \times 0,78$$

$$T_b = 2,0826\text{h}$$

Dessa forma o hidrograma será:



Assim, para minimizar esses impactos, estão sendo empregados dispositivos de infiltração tais como trincheira de infiltração e pavimento poroso. Estes possibilitam a redução de vazões de pico a valores compatíveis com os encontrados antes da ocorrência da urbanização.

As medidas de infiltração, além de contribuir para o controle significativo do escoamento superficial, irá possibilitar a recarga artificial do lençol freático, contribuindo para a reconstituição das condições do ciclo hidrológico anterior à urbanização.

Portanto as medidas não convencionais escolhidas facilitarão a infiltração com o objetivo de reduzir os picos das vazões veiculadas para a rede de drenagem e lançadas nos dispositivos de macrodrenagem da área da Sub-bacia 2.

## CONCLUSÕES

Os resultados das vazões de contribuição mostram que as áreas elencadas para receber as medidas não convencionais de infiltração contribuirão para reduzir o escoamento superficial na área da Sub-bacia 2 da Estrada Nova, sendo uma opção bastante viável aos problemas de transbordamentos frequentes em períodos de grandes chuvas na área. Apresentando importante característica de não causar impactos ambientais e hidrológicos no meio onde é inserido, tendo apenas que ser tomado à precaução de escolher uma estrutura que seja adequada para a região a ser empregada, ou seja, subsidiadas de informações que realmente retratam a realidade do local em estudo. Portanto, deve-se proceder a estudos mais específicos, como por exemplo, a determinação da taxa de infiltração do solo nos locais sugeridos.

Este trabalho propôs à disseminação de técnicas inovadoras para os problemas de drenagem urbana, contribuindo para o bom funcionamento dos dispositivos de macrodrenagem, promovendo a redução de vazões e volumes escoados e minimizando os pontos mais vulneráveis a inundações, enchentes ou alagamentos existentes na área de estudo.



XII SIBESA

XII Simpósio Ítalo-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental  
2014



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. DIAS, F. S.; ANTUNES P. T. da S. C. Estudo comparativo de projeto de drenagem convencional e sustentável para controle de escoamento superficial em ambientes urbanos. Rio de Janeiro, 2010. Originalmente apresentada como projeto de graduação de curso, Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2010.
2. ENGESOLO. Programa de Recuperação Urbano-Ambiental da Bacia Hidrográfica da Estrada Nova. Estudo de Impacto Ambiental. Anexos. TOMO 02/03. Belém. PA, 2007. PMB
3. FUZIY, Christiane *et al.* Facilitadores de infiltração e qualidade das águas. Originalmente apresentada como relatório de curso, Escola Politécnica da USP, 2012.
4. UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL (UFRS). Instituto de Pesquisas Hídricas. Plano Diretor de Drenagem Urbana: Manual de Drenagem Urbana. Vol.4. Porto Alegre:UFRS, 2005.