



XXII SÍMPOSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

26 de novembro a 01 de dezembro de 2017

Florianópolis- SC

UTILIZAÇÃO DA TÉCNICA *DAM BREAK* COMO ALTERNATIVA PARA LIMPEZA DE CANAIS DE DRENAGEM URBANA

Bruno Menezes da Cunha Gomes^{1*} & *Laércio Leal dos Santos*² & *Yuri Tomaz Neves*³ & *Cinthia Maria de Abreu Claudino*⁴ & *Thiago de Sá Sena*⁵ & *Maria Ingridy Lacerda Diniz*⁶

Resumo - Atualmente os canais de drenagem urbana tem perdido a sua capacidade de escoamento devido a poluição e deposição de sólidos em sua estrutura. Esse fato faz com que ocorra diversos problemas oriundos de enchentes, inundações, alagamentos e enxurradas. A partir dessa problemática, torna-se necessário estudar métodos de limpeza viáveis para essas estruturas. Dentre as diversas técnicas existentes, o método *Dam Break*, que utiliza a força de arrasto da água para limpeza, vem sendo objeto de estudo na Universidade Estadual da Paraíba, devido a sua eficiência, economia e por ser menos agressivo e mais sustentável. O estudo em questão buscou verificar, por meio de uma análise experimental, a eficiência da técnica do *Dam Break*. Para alcançar o objetivo utilizou-se um simulador de canal aberto e dois corpos de prova com diferentes pesos. Foram feitas diversas repetições do experimento, alternando a posição e as distâncias dos corpos de prova, bem como os níveis de água. Com a análise dos dados verificou-se que os deslocamentos dos corpos de prova tendem a seguir uma função polinomial. Também foi possível verificar os parâmetros que influenciam na eficiência da técnica. Através dos resultados obtidos é possível inferir que o método se mostra bastante eficiente e promissor.

Palavras-Chave: Limpeza de Canais. Drenagem Urbana. *Dam Break*.

USE OF THE BREATHING TECHNIQUE AS AN ALTERNATIVE FOR CLEANING URBAN DRAINAGE CHANNELS

Abstract - Urban drainage canals have now lost their drainage capacity due the pollution and deposition of solids in their bottom. This fact causes several problems such as floods in different intensities. From this problem, it becomes necessary to study feasible cleaning methods for these structures. Among the several existing techniques, Dam Break method, which uses water's drag force for cleaning, has been studied by the Universidade Estadual da Paraíba due to its efficiency, economy, its less aggressivity and more sustainability. The study in question sought to verify, through an experimental analysis, the efficiency of the Dam Break technique. To achieve the objective, an open canal simulator and two specimens, with different weights, were used. Several repetitions of the experiment were made, alternating the position and distances of the specimens, as well as the water

(1*) Mestrando em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, brunocunhaeng@gmail.com

(2) Prof. Doutor em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, laercioeng@hotmail.com

(3) Mestrando em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, yuutomaz@gmail.com

(4) Graduanda em Engenharia Civil pela Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, cinthiamariaac@gmail.com

(5) Graduando em Engenharia Civil pela Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, tg.777@hotmail.com

(6) Graduanda em Engenharia Civil pela Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, ingridy_m12@hotmail.com



XXII SÍMPOSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

26 de novembro a 01 de dezembro de 2017
Florianópolis- SC

levels. Analysing the data, it was verified that the displacements of the specimens tend to follow a polynomial function. It was also possible to verify the parameters that influence the efficiency of the technique. From the obtained results, it is possible to infer that the method is very efficient and promising.

Keywords: Canal Cleaning. Urban Drainage. Dam Break.

1. INTRODUÇÃO

O processo de construção de cidades gera alterações no ambiente, uma dessas está associada à impermeabilização dos solos que ocasiona uma série de problemas para a comunidade que habita o local. Dentre os diversos impasses tem-se os que estão atrelados a drenagem urbana que são enchentes, inundações, alagamentos e enxurradas. De acordo com Montes e Leite (2008) esses impasses geram a ocorrência de erosões e escorregamento de encostas, interdição de vias com prejuízos ao trânsito de veículos, alteração da qualidade das águas superficiais e problemas relacionados à saúde pública (veiculação de doenças).

Visando solucionar esses problemas tem-se as medidas estruturais e as não - estruturais. As medidas estruturais correspondem às obras implantadas visando a correção e/ou prevenção dos problemas. As não - estruturais são aquelas em que se procura reduzir os danos ou as consequências, não por meio de obras, mas pela introdução de normas, regulamentos e programas.

Uma das medidas estruturais mais utilizadas são os canais, que são condutos livres, ou seja, estruturas que estão sujeitas à pressão atmosférica em pelo menos um ponto da sua seção de escoamento. Os canais fazem parte da macrodrenagem e possuem como finalidade conduzir, de maneira eficiente, as águas captadas na drenagem primária, buscando eliminar os problemas presentes no local. Eles podem ser naturais ou artificiais. Os naturais geralmente estão presentes em zonas rurais e os artificiais em zonas urbanas.

Para que haja eficiência hídrica de uma estrutura de canal é imprescindível realização de sua manutenção, já que há uma série de características pela qual são projetados devem estar dentro dos padrões exigidos.

Um dos grandes problemas enfrentados por canais urbanos é o acúmulo de resíduos. Esses são gerados pelos sólidos carregados pela água e pela ação imprudente da população que joga lixo ao longo do curso d'água. Isso ocasiona uma diminuição da lamina d'água do canal que perde parte da sua eficiência podendo gerar diversos problemas.

A solução desse problema é feita através de uma medida simples de manutenção que é a limpeza desse canal que levará o aumento da eficiência desses receptores. Algumas técnicas são utilizadas para que seja feita remoção de resíduos que se encontram nos assoalhos desses canais. Uma das técnicas que está sendo estudada na Universidade Estadual da Paraíba – UEPB é a *Dam Break*.

Apesar de ainda não ser muito usual a adoção dessa técnica no Brasil, uma aplicação prática pode ser observada na cidade de Recife - PE em um canal localizado na Av. Governador Agamenon



XXII SÍMPOSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

26 de novembro a 01 de dezembro de 2017

Florianópolis- SC

Magalhães (em frente ao *Shopping Tacaruna*). Nele há uma bacia de sedimentação onde se acumula todos os resíduos provenientes da técnica utilizada ao longo do seu trajeto.

O estudo em questão visa propor uma solução para desobstrução dos canais de drenagem em áreas urbanas a partir da força de arrasto da água gerada pela técnica do *Dam Break* utilizando testes feitos em um protótipo de canal construído no laboratório de Hidráulica da UEPB.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A construção de estruturas hidráulicas voltadas para a drenagem é essencial para evitar vários problemas relacionados a impermeabilidade do solo em ambientes urbanos. Estas estruturas podem variar devido vários aspectos, um dos mais básicos se refere ao tipo de escoamento. Por essa classificação os escoamentos podem ser de dois tipos; O escoamento fechado onde a estrutura é obrigatoriamente fechada e ocorre sob pressão superior à atmosférica; E o escoamento livre, onde o escoamento ocorre à pressão atmosférica e a estrutura geralmente é aberta ou fechada, mas trabalhando parcialmente cheia.

O estudo em questão é feito para canais abertos, artificiais e com revestimento. Os canais artificiais tem por característica possuir transversal definida e geralmente constante, como também rugosidade normalmente definida (LUNA, 2013). Os canais com revestimento são os que fazem uso de algum tipo de material para construir uma camada impermeável acima do solo no qual o canal foi entalhado (BUREAU OF RECLAMATION, 2002). As estruturas de canais estão sujeitas a diversos problemas que podem ser gerados por erros no projeto e/ou na execução do mesmo, podendo também ser por falta de manutenção e/ou operação adequadas.

O problema a ser discutido nesse estudo é o assoreamento, que ocorre quando há o acúmulo de sedimentos carreados pela água ou gerados por despejo de lixo ao longo do curso, causando diminuição da capacidade de transporte do canal, podendo chegar a situação crítica de bloqueio do fluxo com conseqüente transbordamento. Esse problema pode ser solucionado através de uma medida de manutenção simples onde são retirados o excesso de sedimento do fundo do canal, que passa a trabalhar com a velocidade da água regulada (LUNA, 2013).

O método a ser reproduzido é o *Dam Break* que pode ser destinado à limpeza de canais, com o intuito de aumentar a lâmina de água, e conseqüentemente seu fluxo de desague. Essa técnica utiliza a força de arrasto da água para mover os sedimentos do canal até um certo ponto, onde estes serão retidos e posteriormente retirados.

O método utiliza como princípio a interação da água com o corpo sólido seja quando um corpo se desloca no interior de um fluido em repouso ou quando um fluido escoar em torno de um corpo sólido. Nessa interface fluido-corpo atuam forças e momentos oriundos do escoamento.

Essa força de arrasto atuante em um corpo é composta de duas parcelas: uma devida ao arrasto viscoso (tangente à superfície) e a outra ao arrasto de pressão (normal à superfície). A contribuição de cada uma dessas componentes varia segundo dois parâmetros, o regime do escoamento e as condições da superfície do corpo (DONG *et al.*, 2001).



XXII SÍMPOSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

26 de novembro a 01 de dezembro de 2017

Florianópolis- SC

Assim, usando apenas essa força de arrasto o método consegue gerar um sistema de saneamento mais eficaz, econômico e sem danos estruturais, já que o mesmo não faz uso de máquinas que podem agredir a extensão do canal, bem como não faz uso de agentes químicos, sendo assim um sistema que não agredirá o meio ambiente.

3. METODOLOGIA

Para realização da pesquisa foi utilizado o simulador de canal aberto do laboratório de Hidráulica do Campus VIII da UEPB. O equipamento funcionou com a água proveniente de poços e calhas presentes na universidade.

Os corpos de prova utilizados consistiam em blocos cerâmicos simples com dimensões (19x19x9) cm. Foram utilizados blocos com as seguintes características: sem preenchimento (B1); preenchido com argamassa (B2). O bloco B1 possui uma massa de 2652,03g e o bloco B2 uma massa de 5697,5g. Já o canal, era subdividido em duas partes. A parte 1 foi nomeada de reservatório, onde a água bombeada para dentro do canal ficava acumulada a partir de uma barreira de acrílico inserida na saída do reservatório para o canal. O reservatório possui dimensões de (1,08x1,09x0,55) m de comprimento, largura e profundidade, respectivamente. A parte 2 consiste no canal, local onde os corpos de prova foram inseridos e submetidos a força de arraste da água, apresentando as dimensões (6,17x0,44x0,55) m. As duas partes do canal podem ser observadas na Figura 1:

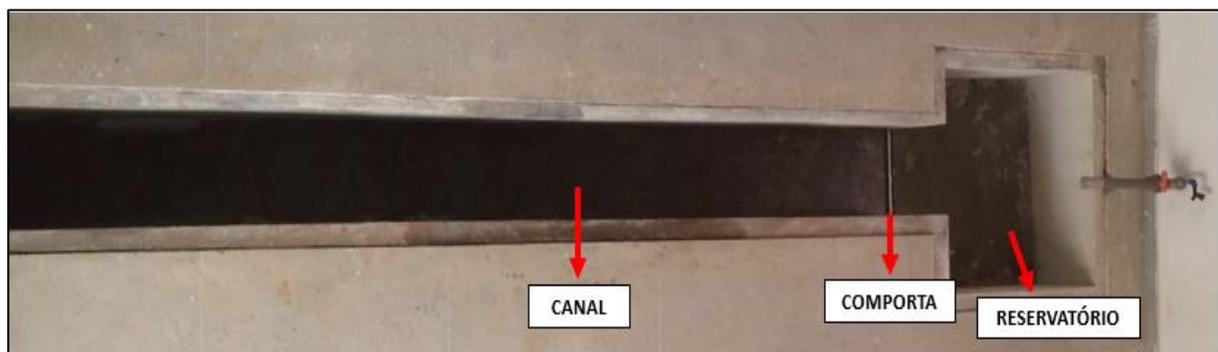


Figura 1. Simulador de canal aberto.

Fonte: Autores (2017).

O método de simulação consistia no enchimento do reservatório em diferentes níveis para verificar a lâmina necessária que forneceria energia suficiente para o arraste dos corpos de prova que representavam os dejetos presentes no canal; estes foram posicionados a diferentes distâncias partindo da abertura do canal (comporta), especificamente à 1 e 3 metros de distância. Os materiais eram colocados em diferentes posições para simular a aleatoriedade dos dejetos que se acumulam em canais. Todos os dados de deslocamento de massa aqui tratados se referem apenas aos corpos de prova posicionados na vertical, variando as suas posições. As posições utilizadas foram: vertical no centro do canal; 45° no centro do canal e; vertical na lateral do canal. A Figura 2 ilustra as posições utilizadas:

XXII SÍMPOSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS
26 de novembro a 01 de dezembro de 2017
Florianópolis- SC

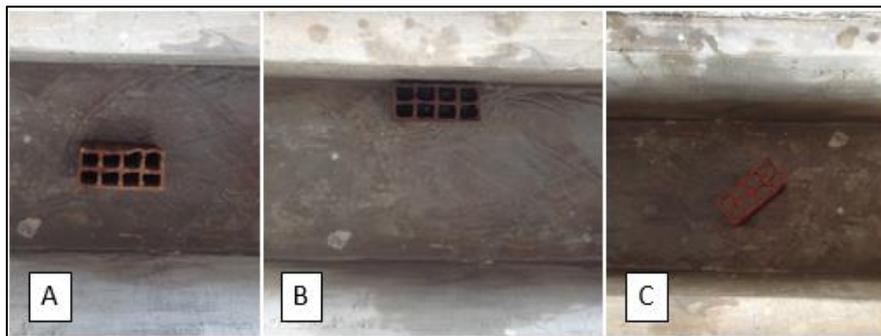


Figura 2. Posições utilizadas: A - vertical no centro do canal; B - vertical na lateral do canal; C - 45° no centro do canal.
 Fonte: Autores (2017).

O reservatório foi subdividido em três níveis. Essa medida buscou avaliar qual o nível que apresentava a força de arraste ideal para remoção dos dejetos presentes nos canais. Os níveis utilizados estão presentes na Tabela 1:

Tabela 1. Aferições dos níveis d'água utilizados.

Níveis	Lâmina d'água (m)
Nível 1	0,159
Nível 2	0,317
Nível 3	0,476

Fonte: Autores (2017).

Após o posicionamento do corpo de prova e do nível do reservatório definido, a placa que fechava a abertura do canal era retirada e o corpo de prova era arrastado pela água até uma certa distância. A Figura 3 ilustra as etapas realizadas:



Figura 3. Etapas realizadas: A – posicionamento do corpo de prova e do nível do reservatório; B – retirada da placa liberando o escoamento.
 Fonte: Autores (2017).



XXII SÍMPOSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS
26 de novembro a 01 de dezembro de 2017
Florianópolis- SC

Os dados das distâncias percorridas pelos corpos de provas conciliados aos níveis do reservatório utilizados foram computados e analisados.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram realizadas duas análises para cada lâmina d'água. Os dados de deslocamento de cada corpo de prova e suas respectivas posições e lâmina d'água estão presentes nas Tabelas 2 e 3:

Tabela 2. Deslocamento dos corpos de provas distando um metro a jusante da “barragem”.

Lâmina d'água (m)	Deslocamento de B1			Deslocamento de B2		
	Vertical no centro (m)	Vertical na lateral (m)	Vertical 45° (m)	Vertical no centro (m)	Vertical na lateral (m)	Vertical 45° (m)
0,159	0	0	0	0	0	0
0,159	0	0	0,53	0	0	0
0,317	3,85	1,65	2,58	0	0,38	1,84
0,317	1,2	1,62	2	0	1,35	2,27
0,476	-	-	-	1,38	3,61	-
0,476	-	-	-	-	3,75	-

Fonte: Autores (2017).

Nota: Sinal convencional utilizado:

- Dado numérico não foi possível determinar pois o bloco chegou a atingir o limite do canal.

Tabela 3. Deslocamento dos corpos de provas distando três metros a jusante da “barragem”.

Lâmina d'água (m)	Deslocamento de B1			Deslocamento de B2		
	Vertical no centro (m)	Vertical na lateral (m)	Vertical 45° (m)	Vertical no centro (m)	Vertical na lateral (m)	Vertical 45° (m)
0,159	0	0	0	0	0	0
0,159	0	0	1,23	0	0	0
0,317	0,32	0,17	2,37	0	0	-
0,317	1,15	-	2,36	0	0	2,03
0,476	-	-	-	0,24	-	-
0,476	-	-	-	0,16	-	-

Fonte: Autores (2017).

Nota: Sinal convencional utilizado:

- Dado numérico não foi possível determinar pois o bloco chegou a atingir o limite do canal.

Com os dados das Tabelas 2 e 3 calculou-se a média dos valores de deslocamento para cada lâmina e em seguida alimentou-se o *software* Excel 2013 do pacote Office da Microsoft para plotar a curva relacionando o deslocamento com a lâmina d'água do reservatório. Para os valores que não foram possíveis determinar nas Tabelas 2 e 3, adotou-se a dimensão limite do canal, ou seja, 6,17m para que em todas as posições existissem três pontos, facilitando assim a análise. Após essa consideração, foi possível obter a curva de tendência e sua respectiva equação. A função que melhor representou os dados foi a polinomial onde em todas as linhas de tendência o coeficiente de determinação R^2 deu igual a 1. A Tabela 4 apresenta as equações para B1 e a Tabela 5 para B2:



XXII SÍMPOSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS
26 de novembro a 01 de dezembro de 2017
Florianópolis- SC

Tabela 4. Equações para B1.

Posição	Equações para 1m	Equações para 3m
Vertical no centro (m)	$y = 21,904x^2 + 5,5548x - 1,437$	$y = 93,156x^2 - 39,69x + 3,9557$
Vertical na lateral (m)	$y = 57,132x^2 - 16,815x + 1,2292$	$y = -3,7709x^2 + 21,858x - 3,3801$
Vertical 45° (m)	$y = 36,549x^2 - 4,5809x + 0,0694$	$y = 40,353x^2 - 8,1002x + 0,8828$

Fonte: Autores (2017).

Tabela 5. Equações para B2.

Posição	Equações para 1m	Equações para 3m
Vertical no centro (m)	$y = 74,896x^2 - 35,651x + 3,775$	$y = 3,968x^2 - 1,8888x + 0,2$
Vertical na lateral (m)	$y = 38,58x^2 - 12,889x + 1,0741$	$y = 122,41x^2 - 58,269x + 6,17$
Vertical 45° (m)	$y = 40,613x^2 - 6,3252x - 0,021$	$y = -40,79x^2 + 45,366x - 6,1819$

Fonte: Autores (2017).

Analisando os resultados obtidos é possível constatar que mesmo utilizando poucos pontos, o comportamento da técnica quando aplicada a blocos cerâmicos, tende a seguir uma função polinomial quadrática. Esse resultado implica dizer que tanto podemos ter duas, uma, como nenhuma solução. Vale a ressalva que as equações envolvem apenas a lâmina d'água como fator determinante do deslocamento do bloco e que existem diversas variáveis que influenciam na eficiência da técnica. Alguns parâmetros que foi possível constatar nesse estudo, foram:

- Massa dos blocos cerâmicos: Quanto maior a massa, maior a força peso e conseqüentemente será necessária mais energia para o seu deslocamento;
- Posição dos blocos cerâmicos: A posição que proporcionar uma maior área de contato entre o bloco e a água, aproveitará melhor a energia de arrasto;
- Distância da barragem: A medida que a distância do bloco a jusante aumenta, a energia de arrasto da descarga do nível d'água do reservatório se dissipa até atingi-lo, chegando com um reduzido potencial de deslocamento;
- Lâmina d'água: Quanto maior a lâmina d'água, maior o deslocamento do bloco.

Além destas constatações, observou-se que a maneira como ocorre o contato água-bloco também influencia, pois muitas vezes os blocos cerâmicos viravam imediatamente ao ocorrer o contato, não se deslocando.

5. CONCLUSÃO

A partir de todos os conteúdos debatidos e gerados dessa pesquisa, pode-se afirmar que o método de *Dam Break* é de grande eficiência e apresenta um enorme potencial de energia de arrasto armazenado do qual pode ser utilizada no deslocamento de resíduos sólidos em canais de drenagem urbana. Tal modelagem computacional a partir desse protótipo é fundamental para que se tenha uma base empírica da eficiência de deslocamento do resíduo sólido arrastado. Dessa forma, pode-se prever nas construções de novos canais, com uma bacia de sedimentação de resíduos, em posições estratégicas que permita a retirada de todos os dejetos carregados devido a energia liberada pelo sistema.



XXII SÍMPOSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

26 de novembro a 01 de dezembro de 2017

Florianópolis- SC

REFERÊNCIAS

- BUREAU OF RECLAMATION. Elaboração de Projetos de Irrigação. Manual de Irrigação - Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos, 2002.
- DONG, Z.; GAU, S.; FRYREAR, D.W. (2001). Drag coefficients, roughness length and zero-plane displacement height as disturbed by artificial standing vegetation”, Journal of Arid Environments, San Diego, Vol.49, No.3, pp.485-505.
- LUNA, H A. (2013). Manutenção em canais de irrigação revestido em concreto. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco. Recife - PE.
- MONTES, R. M; LEITE, J. F. A DRENAGEM URBANA DE ÁGUAS PLUVIAIS E SEUS IMPACTOS CENÁRIO ATUAL DA BACIA DO CÓRREGO VACA – BRAVA GOIÂNIA - GO. 2008. 29 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental, Departamento de Engenharia Ambiental, Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2008.