



XXI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

Segurança Hídrica e Desenvolvimento Sustentável:
desafios do conhecimento e da gestão

De 22 a 27 de novembro de 2015, Brasília – DF

CONTRIBUIÇÃO NUMÉRICA PARA O ESTUDO DE ESCOAMENTOS EM QUEDAS SUCESSIVAS E APLICAÇÕES À DRENAGEM

André Luiz Andrade Simões¹, Harry Edmar Schulz², Rodrigo de Melo Porto³,
Lafayette Dantas da Luz⁴, Lúcio Sérgio Garcia Mangieri⁵, Jorge Eurico Ribeiro Matos⁶*

Resumo – Este trabalho apresenta contribuições ao estudo do escoamento em quedas sucessivas nos canais escalonados, sem a formação de ressalto hidráulico. Para os cálculos foram empregados os modelos $k-\epsilon$ e o não-homogêneo, com esquemas numéricos de alta resolução em domínios tridimensionais e bidimensionais. Foram estudadas as escadarias construídas como vias para pedestres e para água simultaneamente, denominadas “escadarias drenantes”, considerando a relação entre a drenagem com captação no patamar superior e os esforços em um obstáculo inserido no escoamento. Os resultados numéricos mostram que a preservação das estruturas de drenagem promove redução significativa da força horizontal sobre o obstáculo. Simulações efetuadas em domínios bidimensionais serviram ao estudo da energia dissipada pelo escoamento em regime de quedas sucessivas sem formação do ressalto hidráulico. Estes cálculos permitiram o estabelecimento de relações adimensionais entre energia específica residual, altura de escoamento e posição ao longo do canal.

Palavras-Chave – Canal em degraus. Drenagem. Quedas sucessivas. Mecânica dos Fluidos Computacional.

NUMERICAL STUDY OF THE NAPPE FLOW FOR DRAINAGE PURPOSES

Abstract – This paper presents contributions to the study of nappe flows in stepped channels, without formation of hydraulic jumps. For the calculations the $k-\epsilon$ and inhomogeneous model was used, with high resolution numerical schemes in three-and two-dimensional calculation domains. This study considers the stairs used simultaneously as pedestrian paths and for water flows, briefly called “draining staircases”, which motivated the analysis of the relationship between drainage capture and force on the obstacle into the flow. The numerical results indicate that the maintenance of drainage structures reduces significantly the horizontal force on the obstacle. Simulations were performed for two-dimensional domains allowed to quantify the energy dissipation for the nappe flow regime without hydraulic jumps. Results for nondimensional relationships between the residual specific energy and the flow depth along the “channel” are presented.

Keywords – Stepped chute. Drainage. Nappe flow. Computational fluid dynamics.

¹ Afiliação: Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, andre.simoes@ufba.br.

² Afiliação: Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, heschulz@sc.usp.br.

³ Afiliação: Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, rodrigo@sc.usp.br

⁴ Afiliação: Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, lluz@ufba.br

⁵ Afiliação: Universidade Salvador, luciomangieri@gmail.com.

⁶ Afiliação: Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, matosj@ufba.br.

* Autor Correspondente: André Luiz Andrade Simões.

INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

Em bairros que se desenvolveram em terrenos acidentados na cidade de Salvador, Bahia, são encontradas escadarias e rampas construídas para tornar possível o trânsito de pedestres. Durante a ocorrência de chuvas e consequente escoamento superficial, essas estruturas também servem como canais para o escoamento pluvial, operando então simultaneamente como canal para água e como vias para as pessoas. Segundo Mangieri (2012), em 1979 um grupo de engenheiros e técnicos da Prefeitura Municipal de Salvador, Bahia, atuou no desenvolvimento mais adequado dessas estruturas hidráulicas, que ficaram conhecidas como escadarias drenantes. O trabalho proposto naquela ocasião era parte de ações que visavam à minimização de efeitos erosivos e estabilização de taludes, ações necessárias devido à fragilidade das construções que compõem os espaços urbanos citados.

As escadarias foram então concebidas com estruturas de drenagem sob os degraus e orifícios laterais para captação de água ao longo do seu percurso, como ilustrado na Figura 1a. A fotografia da Figura 1b mostra a primeira escadaria drenante em argamassa armada, construída em 1980 no bairro Nordeste de Amaralina, em Salvador/BA (Bezerra, 1980, citado por Mangieri, 2012). Duas décadas após a proposição dessas estruturas, foram iniciadas intervenções para recuperação e reformulação do sistema de drenagem e, com isso, novas configurações físicas foram elaboradas, a exemplo da Figura 1c, que apresenta uma escada com estruturas para captações nos patamares e tubulação de 200 mm sob a escada (Mangieri, 2012). Outros modelos também foram concebidos, incluindo a construção de canal lateral escalonado para auxiliar a drenagem (Mangieri, 2012, p.45-46). Em todos os casos, o projeto da estrutura deve prever a sua capacidade de operação como via para pedestres e para a água, simultaneamente. Sem a adoção da estrutura de drenagem, a locomoção pode ser desconfortável e favorecer o risco de quedas, como ilustrado na Figura 1d.

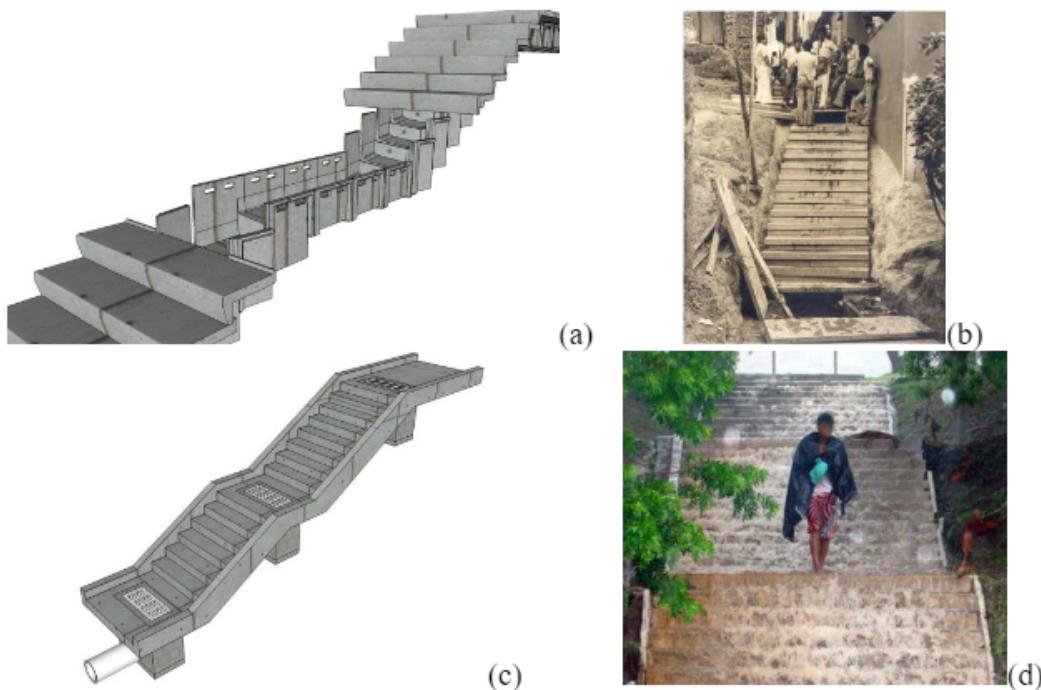


Figura 1 – (a) Escadaria drenante original. (b) Primeira escadaria drenante. (c) Um dos modelos atuais. (d) Operação como canal e via para pedestre. Fonte: (a,c,d) Mangieri (2012); (b) Bezerra (1980), citado por Mangieri (2012).