



USO DE MODELAGEM COMPUTACIONAL PARA AVALIAÇÃO DE RESERVATÓRIO DE CONTROLE DE INUNDAÇÕES DA BACIA DO RIO CAPIVARI, DUQUE DE CAXIAS, RJ

*Matheus Martins de Sousa.¹ & Osvaldo Moura Rezende² & Paulo Canedo de Magalhães.³
& Antonio Krishnamurti Beleño de Oliveira⁴, Marcelo Gomes Miguez.⁵ & Victor A. A.
Fernandes de Souza⁶*

Resumo – A construção do Arco Metropolitano no Estado do Rio de Janeiro trás consigo a possibilidade de ocupação de novas áreas que funcionam atualmente como amortecedoras de cheia do rio Iguaçu. A ocupação desordenada dessas áreas tende a elevar os níveis e a frequência de cheias na bacia, o que pode comprometer a margem de segurança projetada para os diques do rio Iguaçu. Nesse contexto, o presente artigo apresenta um estudo hidrológico-hidrodinâmico para simulação do funcionamento de um reservatório de controle de Inundações na bacia do rio Capivari, afluente do rio Iguaçu localizado em Duque de Caxias, RJ. Esse reservatório além de consolidar parte da região como não edificável, tem como objetivo reduzir os níveis máximos ao longo do rio Iguaçu, aumentando a segurança hidráulica dos diques existentes.

Palavras-Chave – controle de inundações, modelo de células, MODCEL.

COMPUTER MODELING FOR FLOOD CONTROL RESERVOIR EVALUATION IN RIVER BASIN CAPIVARI, CAXIAS DUQUE, RJ

Abstract – The “Arco Metropolitano” construction at Rio de Janeiro state brings with it the possibility of occupation of new areas that today work softening the Iguaçu River flood peak. The unregulated occupation of these areas tends to raise the level and frequency of the basin flood. It can compromise the safety margin projected to Iguaçu River dikes. Inserted in this context, the present article shows a case study Hydrological-Hydrodynamic to simulate the operation of a flood preventing water reservoir at the Capivari River basin, Iguaçu River tributary, located in Duque de Caxias, RJ. This reservoir besides classify part of the region as not buildable, also have the function of reducing the water maximum levels over the Iguaçu River, increasing the hydraulic safety of the existing dikes.

Keywords – flood control, cell modelling, MODCEL

¹ Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-graduação e Pesquisa em Engenharia – COPPE/UFRJ – matheus@hidro.ufrj.br

² Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-graduação e Pesquisa em Engenharia – COPPE/UFRJ – om.rezende@hidro.ufrj.br

³ Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-graduação e Pesquisa em Engenharia – COPPE/UFRJ – canedo@hidro.ufrj.br

⁴ Escola Politécnica – POLI/UFRJ – krishnamurti@poli.ufrj.br

⁵ Escola Politécnica – POLI/UFRJ – marcelomiguez@poli.ufrj.br

⁶ Escola Politécnica – POLI/UFRJ – victorafsouza@poli.ufrj.br



INTRODUÇÃO

Com a construção do arco metropolitano, cortando a Baixada Fluminense, região Metropolitana do Rio de Janeiro, um novo vetor de crescimento urbano surgiu em regiões ainda não urbanizadas na bacia do rio Iguaçu, localizadas, principalmente, nas áreas mais a montante da bacia, que funcionam como um pulmão de amortecimento das águas de cheia que descem a serra.

O trecho mais a jusante do rio Iguaçu, localizado entre a confluência do rio Botas e sua foz na Baía de Guanabara, é, em quase toda a sua extensão, margeado por diques que protegem, de suas cheias, os bairros localizados em suas antigas planícies de inundação. Ao longo da última década, esses diques foram estudados e regularizados com uma margem de segurança aceitável para cheias na bacia, com tempo de recorrência de 50 anos. Entretanto, conforme Carneiro (2012) demonstrou, a ocupação desordenada das áreas ainda não edificadas da bacia do rio Iguaçu, na região mais de montante, tende a elevar os níveis e a frequência de cheias na bacia, o que pode comprometer a margem de segurança projetada para os diques do rio Iguaçu. Tendo em vista esse possível cenário crítico, a consolidação de áreas de inundação como regiões não urbanizáveis e o amortecimento das cheias afluentes ao rio Iguaçu são medidas indispensáveis para garantir a segurança hidráulica dos diques da região.

Nesse contexto, o presente artigo apresenta um estudo hidrológico-hidrodinâmico para simulação do funcionamento de um reservatório de controle de inundações na bacia do rio Capivari, afluente do rio Iguaçu, localizado em Duque de Caxias, RJ. Esse reservatório além de consolidar parte da região como não edificável, tem como objetivo reduzir os níveis máximos ao longo do rio Iguaçu, aumentando a segurança hidráulica dos diques existentes.

ÁREA DE ESTUDO E O PROBLEMA DE CHEIAS NO RIO IGUAÇU

O rio Capivari, afluente do rio Iguaçu pela margem esquerda, desenvolve-se ao longo do Município de Duque de Caxias e possui área de drenagem de cerca de 98km². Sua extensão aproximada é de 17 km, desde a foz até a confluência dos rios Registro e João Pinto, seus principais formadores, no Distrito de Xerém.

O reservatório de controle de inundações previsto para a bacia do rio Capivari está localizado entre os rios Água Preta e Capivari, logo a montante da confluência desses rios e da foz do rio Capivari no rio Iguaçu, como pode ser visto na Figura 1.



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

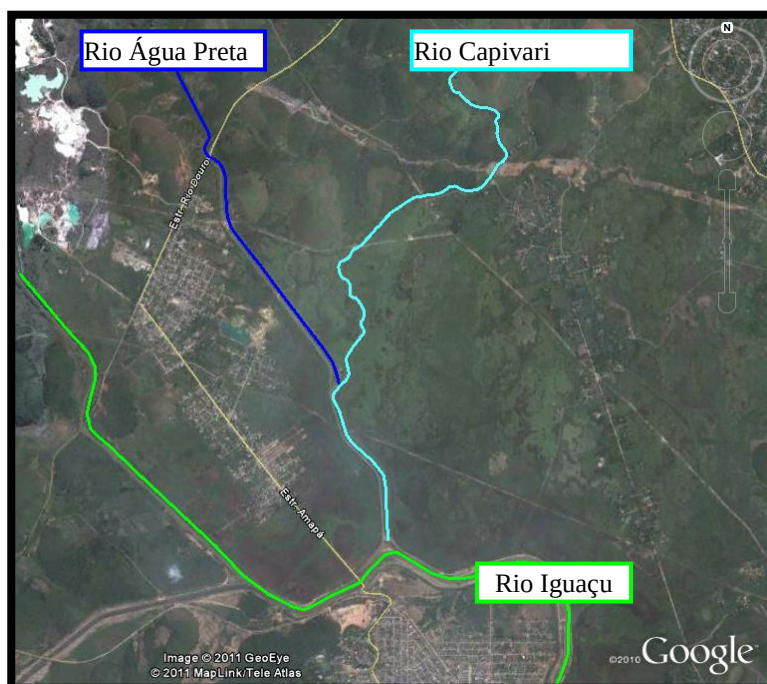


Figura 1 – Localização do Reservatório de Controle de Inundações do rio Capivari

METODOLOGIA

O presente trabalho foi baseado em um estudo desenvolvido pelo Laboratório de Hidrologia e Estudos do Meio Ambiente da COPPE/UFRJ, dentro projeto do Plano Diretor de Recursos Hídricos, Controle de Inundações e Recuperação Ambiental da Bacia do Rio Iguaçu/Sarapui. Para simular os efeitos do amortecimento, foi utilizado como ferramenta de modelagem o Modelo de Células de Escoamento – ModCEL, desenvolvido por Miguez e Mascarenhas (2005), e com apoio de um modelo hidrológico capaz de gerar vazões a partir de chuvas de projeto, modelo Hidro-Flu, desenvolvido por Magalhães (2005).

MODELAGEM MATEMÁTICA

Para avaliação do funcionamento do reservatório da barragem do rio Capivari, bem como seu impacto na dinâmica de escoamentos do rio Iguaçu, foi realizada a modelagem de toda a bacia do rio Iguaçu. A modelagem hidrodinâmica abrange o curso principal dos rios Capivari e Água Preta, suas planícies marginais, o rio Botas e suas planícies de inundação e o trecho final do rio Iguaçu a jusante da confluência com o rio Botas, até a sua foz na Baía de Guanabara.

Os principais cursos d'água contribuintes aos rios Capivari, Água Preta e Iguaçu foram considerados como condições de contorno e as planícies adjacentes à calha foram discretizadas como células de escoamento, permitindo assim a análise dos escoamentos das águas mesmo fora da calha principal do rio, fornecendo níveis d'água mais condizentes com a realidade, pela possibilidade de espalhamento das águas sobre as áreas marginais.



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

Os dados topográficos foram retirados de um conjunto de plantas na escala 1:10000 e 1:2000, referentes ao levantamento realizado pela fundação CIDE em 1996, abrangendo todo o curso do rio Botas desde a cabeceira da bacia até sua foz no rio Iguaçu. Para a região da barragem, foi utilizado um levantamento LIDAR realizado especificamente para subsidiar esse estudo. Também foram utilizadas seções de projeto do rio Botas provenientes dos estudos iniciais da bacia realizados pelo Laboratório de Hidrologia e Meio Ambiente da COPPE, datados de novembro de 2007 para a 1ª Fase do Projeto de Controle de Inundações e Recuperação Ambiental das Bacias dos Rios Iguaçu/Botas e Sarapuí e já em implementação pelas obras do PAC – Plano de Aceleração do Crescimento.

Para a caracterização hidrológica da região, foram considerados os estudos hidrológicos do Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Iguaçu-Sarapuí (Relatório IG-RE-009-R1).

O modelo de células do rio Capivari/Iguaçu abrangeu o trecho que vai desde as nascentes do rio Botas, principal afluente do rio Iguaçu, os rios Capivari e Água Preta e suas planícies de inundação, o trecho final do rio Iguaçu terminando na Baía de Guanabara, após a confluência do rio Sarapuí, totalizando 94 células de canal representativas dos cursos principais desses rios, mais 289 células em seu entorno, representando a planície e o funcionamento aproximado de alguns reservatórios pulmão, como o Pôlder do Outeiro, totalizando 383 células. O esquema de divisão das células de escoamento pode ser observado na Figura 2.



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

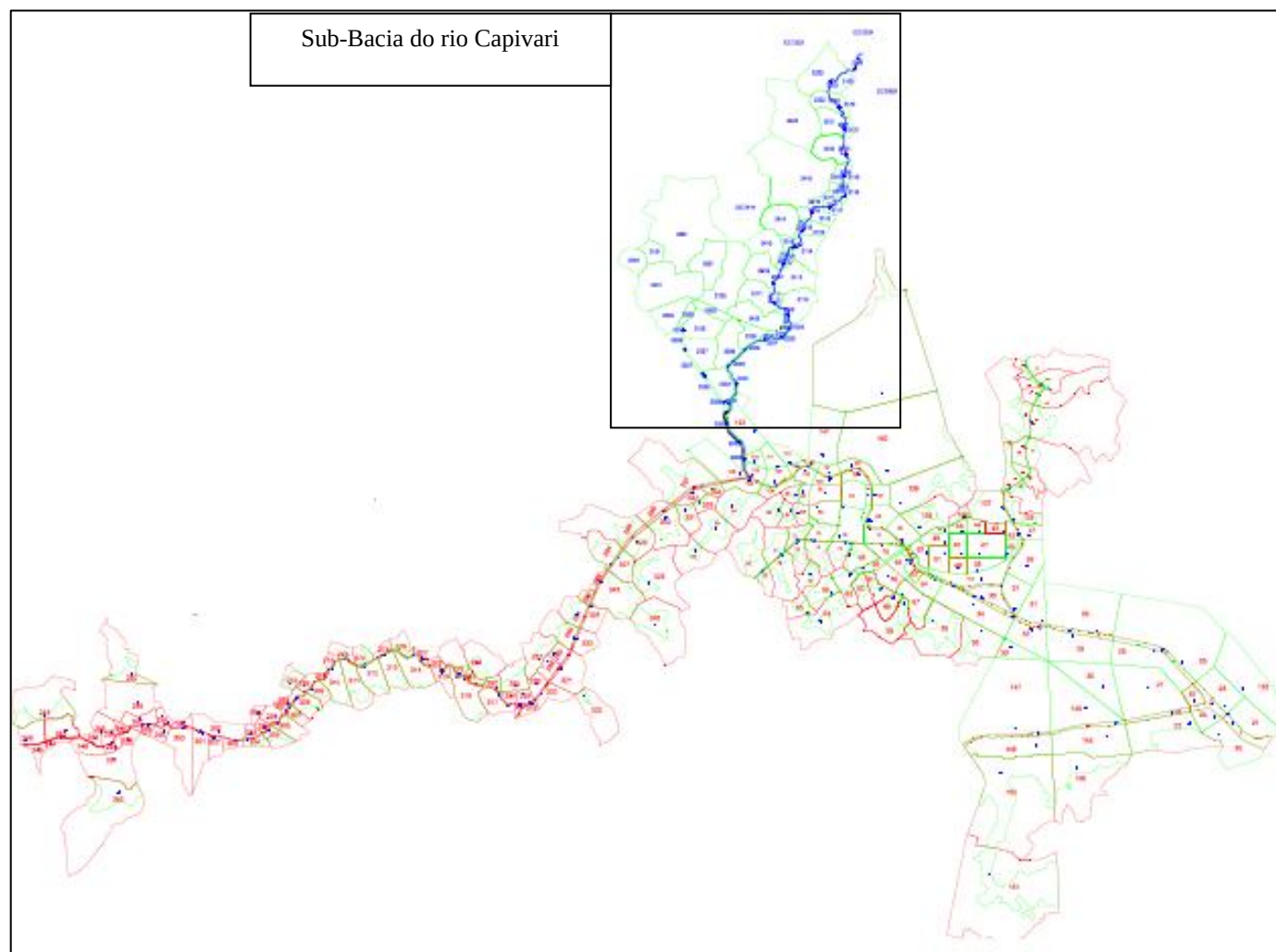


Figura 2– Células do Modelo Hidráulico do rio Iguaçu-Capivari

CENÁRIOS MODELADOS

O cálculo da precipitação de projeto foi realizado a partir dos estudos hidrológicos existentes para a área. A chuva de projeto considerada na simulação da bacia, com tempo de recorrência de 50 anos, apresenta altura total de 156,8 mm e duração total de 15,7 horas e que se refere ao tempo de concentração do rio Iguaçu. Essa situação representa um evento extremo para a bacia do rio Iguaçu, possibilitando uma análise do comportamento do reservatório proposto para o rio Capivari quando o rio Iguaçu apresenta uma cheia crítica, além de considerar um evento capaz de gerar maiores volumes de cheia.

Para o cenário com o reservatório de controle de inundações, foi considerada uma barragem localizada a jusante da confluência dos rios Capivari e Água Preta, com dois dispositivos de descarga de 0,6 metros de diâmetro cada e um vertedor na cota 7,4 metros e largura de 22 metros.

RESULTADOS

Após as simulações foi possível observar o amortecimento da vazão do rio Capivari, conforme observado na Figura 3. A mancha de inundação máxima no reservatório para o evento de cheia estudado pode ser observada na Figura 4, e os níveis no reservatório à jusante são apresentados na Figura 5. O impacto da barragem no perfil de níveis máximos também é visível na Figura 6.

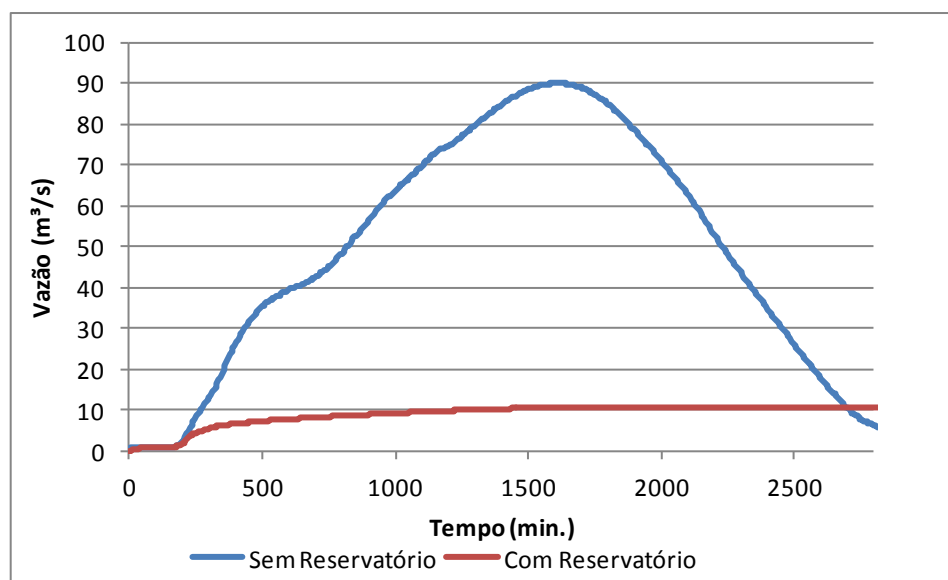


Figura 3– Vazão na foz do rio Capivari, com e sem o reservatório.



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

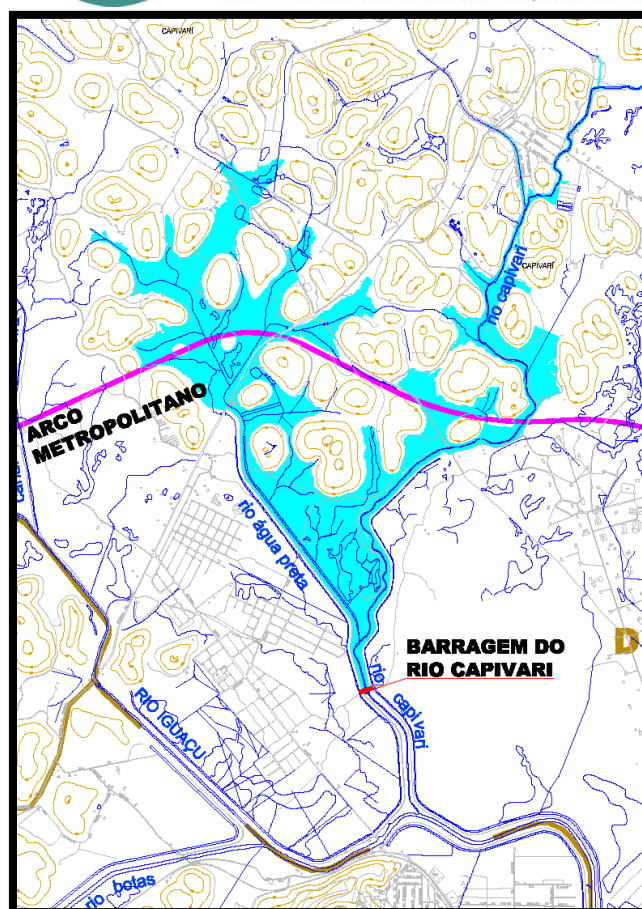


Figura 4– Mancha de inundação do reservatório.

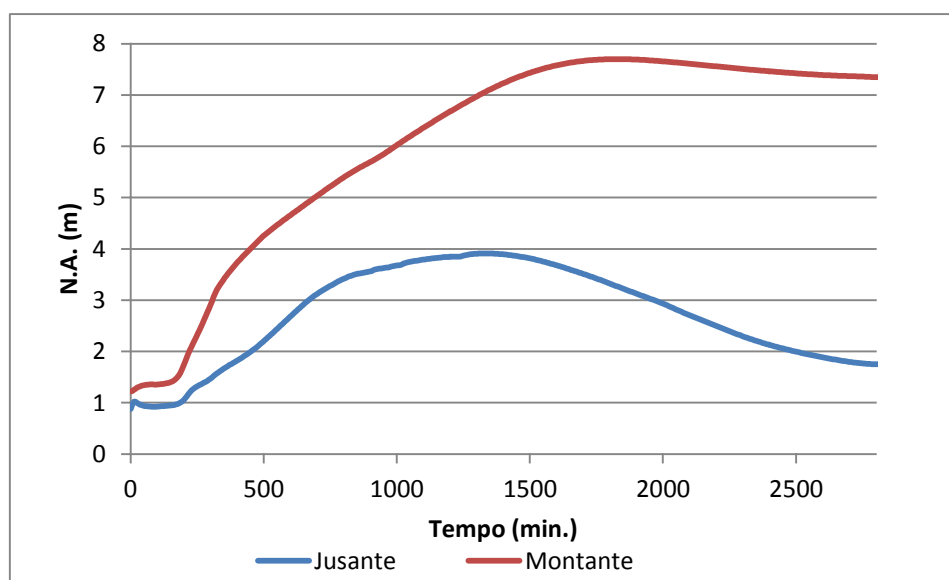


Figura 5– Nível d água no reservatório e à jusante.

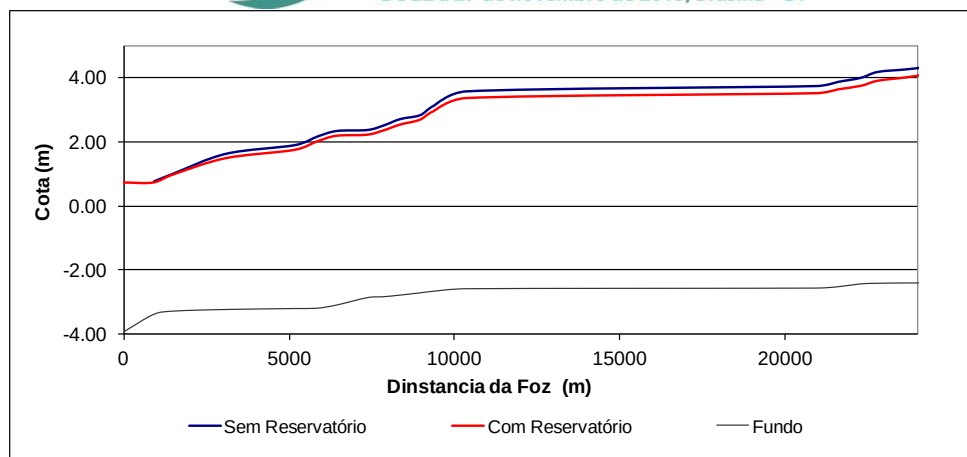


Figura 6– perfil de Níveis máximos no rio Iguaçu, com e sem o reservatório do rio Capivari.

CONCLUSÃO

A implantação da barragem para o projeto do reservatório de controle de inundações da bacia do rio Capivari provoca o alagamento de uma área de cerca de 3 km², que otimizados à eficiência máxima do reservatório, mostram uma capacidade de amortecimento da onda de cheia de 88%, reduzindo a vazão de pico de 90m³/s para pouco mais de 11m³/s. Além disso, o efeito da implantação do reservatório sobre o rio Iguaçu reduz os níveis máximos de cheia, chegando a reduzir o nível d'água em 25 cm para o trecho em frente ao polder do Outeiro, região onde a ocupação da margens é mais intensa, aumentando assim a segurança dos diques existentes na região.

BIBLIOGRAFIA

CARNEIRO, P. R. F., CARDOSO, A. Lucio ; ZAMPRONIO, Gustavo Bezerra ; MARTINGIL, M. C. . Integrated Management of Water Resources and Land Use in Urban-Metropolitan Basins: Flood Control in the Iguaçu-Sarapuí River Basin (Rio De Janeiro, Brazil). Resources and Environment, v. 2, p. 56-66, 2012.

MAGALHÃES, P. C.; COLONESE, B. L.; BASTOS, E. T.; MASCARENHAS, F. C. B.; MAGALHÃES, L. P. C.; MIGUEZ, M. G. (2005). “Sistema HIDRO-FLU para apoio a Projetos de Drenagem” in Anais do XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, João Pessoa, Novembro 2005.

MIGUEZ, M. G. (2001). “Modelo Matemático de Células de Escoamento para Bacias Urbanas”. Tese de Doutorado, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro – RJ.

MIGUEZ, M. G.; MASCARENHAS, F. C. B.; MAGALHÃES, L. P. C. (2007). “Multifunctional Landscapes for Urban Flood Control in Developing Countries”. International Journal of Sustainable Development and Planning, Volume 2, Issue 2.

SERLA, Superintendência Estadual de Rios e Lagoas (1996). Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Iguaçu-Sarapuí – Ênfase: Controle de Inundações. Relatório Final IG-RE-029-R0.