

IX-074 - USO DE ÁREAS DE EXPLORAÇÃO MINERAL COMO PAISAGENS MULTIFUNCAIONAIS NO CONTROLE DE INUNDAÇÕES

Francis Martins Miranda⁽¹⁾

Engenheiro Ambiental pela Universidade Federal Fluminense. Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPE/UFRJ).

Luciana Fernandes Guimarães⁽¹⁾

Engenheira Civil pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPE/UFRJ).

Anna Beatriz Ribeiro da Cruz de Franco⁽¹⁾

Graduanda em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Marcelo Gomes Miguez⁽¹⁾

Engenheiro Civil pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Doutor em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPE/UFRJ).

Endereço⁽¹⁾: Av. Athos da Silveira Ramos, 149, CT, Bloco I, sala I 206 - Cidade Universitária - Rio de Janeiro - RJ - CEP: 21941-909 - Brasil - Tel: (21) 3938-7835 - e-mail: francismmiranda@gmail.com

RESUMO

O processo de urbanização sem planejamento está diretamente associado ao crescente número de ocorrências, pessoas atingidas e prejuízos provocados por eventos de inundação. Substituições no uso do solo através da remoção da cobertura vegetal, aumento de superfícies impermeáveis e ocupação de áreas naturalmente inundáveis estão entre as ações antrópicas mais impactantes. Neste contexto, o presente estudo avalia os benefícios da utilização de uma área de exploração mineral como paisagem multifuncional no controle de inundações na bacia do rio Guerengüê/Arroio Pavuna, na cidade do Rio de Janeiro. Apesar de não resolver todos os problemas da bacia, os resultados demonstram que a utilização da área como reservatório é capaz de reduzir prejuízos por inundações em cerca de 11% para um evento de TR igual a 25 anos sem atingir seu armazenamento máximo. Áreas de exploração mineral com cavas profundas são potenciais reservatórios para controle de inundações em bacias urbanas

PALAVRAS-CHAVE: Inundações Urbanas, Modelagem de Cheias, Paisagens Multifuncionais, Prejuízos por Inundações.

INTRODUÇÃO

No início do século XIX, cerca 3% da população mundial vivia em cidades. Nos anos 50, essa percentagem passou para 30% e, em 2007, superou a parcela de pessoas que viviam no campo. Atualmente 54% da população mundial vive em cidades, com projeções para 66% em 2050. No Brasil, o percentual da população urbana alcança os 85%, superando em 2% a média para a América do Sul e Caribe (IBGE, 2010; ONU, 2015).

Os processos de ocupação e urbanização tendem a promover transformações no uso do solo. A remoção da cobertura vegetal, o aumento de superfícies impermeabilizadas, a ocupação de áreas naturalmente inundáveis e a introdução de canalizações e diques compõem os principais impactos associados a estes processos. O agravamento das inundações em áreas urbanas se destaca pelo crescente número de ocorrências, populações atingidas e prejuízos provocados (TUCCI, 2007; SAYERS *et al.*, 2013; MIGUEZ *et al.*, 2015).

Com os altos índices de urbanização acrescidos de mudanças nos padrões climáticos, metodologias e abordagens para o manejo sustentável das águas pluviais urbanas e gestão do risco de inundações vêm sendo desenvolvidas nas últimas décadas. Discussões mais recentes lançam uma nova perspectiva sobre a água no meio urbano, buscando estabelecer relações de convivência e seu reconhecimento como recurso dotado de valor e benefícios associados (CIRIA, 2015).

Nesse contexto, o presente estudo tem como objetivo discutir o uso de paisagens multifuncionais no controle de inundações e avaliar a redução de prejuízos por inundações na bacia do Rio Guerengüê / Arroio Pavuna, na

zona oeste da cidade do Rio de Janeiro, a partir introdução de um reservatório de retenção em uma área de exploração mineral.

MATERIAIS E MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDO

O rio Guerengüê tem sua origem e cerca de 25% de sua bacia dentro do Parque Estadual da Pedra Branca (PEPB), em área de floresta preservada. Tem como principal formador, o Córrego Engenho Novo que nasce a 411m de altitude e percorre 1740m até atingir a cota 100, no limite do Parque. Cerca de 3,8 km após deixar o Parque, o Córrego Engenho Novo recebe em sua margem esquerda o Rio do Areal. Mais 750m à jusante, o Rio Monjolo, terceiro principal tributário, também encontra o Rio Engenho Novo pela sua margem esquerda, dando origem ao rio Guerengüê.

Após percorrer cerca de 9,1 km e cruzar a Estrada dos Bandeirantes, recebe o nome de Arroio Pavuna e segue por mais 2,7 km de trechos retificados até desaguar na Lagoa de Jacarepaguá. Ao todo, o canal principal possui cerca de 11,8 km de extensão e corta três bairros da Área de Planejamento 4: Taquara, Cidade de Deus e Jacarepaguá, desaguardo no Complexo Lagunar de Jacarepaguá, pertencente à Barra da Tijuca.

A modelagem hidrodinâmica para a bacia do Rio Guerengüê/Arroio Pavuna teve sua primeira versão em 2007 (MIGUEZ et al., 2007) e foi sendo utilizada e atualizada em uma série de estudos subsequentes, como por exemplo, Brito (2009), Augusto (2012), Miguez *et al.* (2014), Miranda (2016), entre outros.

Originalmente formada em grande parte por áreas inundáveis como brejos e manguezais, grande parte da bacia tem propensão natural a inundações. De maneira geral, o trecho médio da bacia e as confluências dos rios Areal e Engenho Novo se apresentam como pontos mais críticos de inundação, com alturas de lâmina d'água ultrapassando 2m sobre a superfície. É possível observar também a predominância de favelas nessas áreas com risco de inundações, induzindo a população de baixa renda a um ciclo de prejuízos, em geral com baixa capacidade de recuperação dos danos (GUIMARÃES, 2016).

MODELAGEM MATEMÁTICA NO CONTROLE DE INUNDAÇÕES

A modelação matemática se apresenta como importante ferramenta para simulações de cheias, previsão de impactos e construção de cenários tanto em bacias hidrográficas rurais quanto urbanas (NIEMCZYNOWICZ, 1999).

Cunge (1980) explica a importância da compreensão hidráulica dos fenômenos de escoamento por permitir avaliar o comportamento da troca de água entre diferentes áreas, quais partes da bacia transportam o fluxo e quais apenas armazenam água, como a vazão se distribui em diferentes canais, entre outros aspectos.

Niemczynowicz (1999) considera a busca de mecanismos ótimos para mitigação das inundações urbanas como desafio dentro da hidrologia urbana moderna e enfatiza a importância na etapa de escolha do modelo a ser utilizado para que se atinjam os objetivos preconizados.

Para a modelagem hidrológica da bacia em estudo, foi utilizado o sistema HIDROFLU (MAGALHÃES *et al.*, 2005) em seu módulo de modelo chuva-vazão do tipo concentrado para composição dos hidrogramas das condições de contorno e da chuva de projeto, segundo o método *Bureau of Reclamation*.

Para a modelagem hidrodinâmica dos escoamentos na bacia, foi utilizado o Modelo de Células de Escoamento para Bacias Urbana (MODCEL). A escolha do modelo de escoamento em células se deu pela necessidade de se avaliar o comportamento do excedente pluvial no tecido urbano, onde a combinação entre topografia e o ambiente construído formam um arranjo complexo, com novos caminhos de drenagem, compondo uma rede natural-artificial complexa.

O MODCEL assume que a bacia pode ser dividida em compartimentos de características relativamente homogêneas, que se interconectam formando uma rede bidimensional cujos fluxos entre os compartimentos (células) se dão por meio de equações hidráulicas unidimensionais (MIGUEZ, 2001).

A Figura 1 apresenta o esquema de modelagem em células de escoamento e a mancha de inundação para a situação atual da bacia do Rio Guerengüê – Arroio Pavuna com base em uma chuva de projeto de tempo de recorrência (TR) igual a 25 anos.

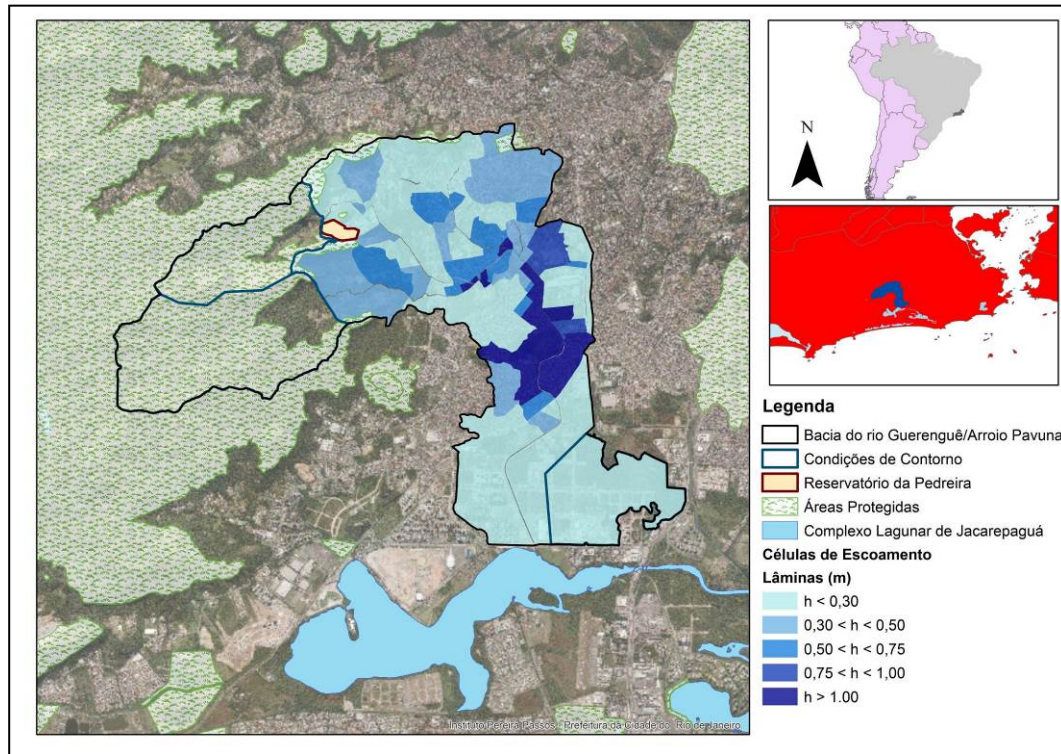


Figura 1 - Modelo em células e mancha de inundação para a bacia do Rio Guerengüê – Arroio Pavuna para um precipitação de projeto de TR igual a 25 anos.

Destacam-se alagamentos significativos (inclusive acima de 1m de lâmina de alagamento) e longos tempos de permanência de lâminas no trecho médio da bacia, chegando até 4 vezes o tempo de concentração da bacia, o que reflete em transtornos à população mesmo horas depois de um evento de precipitação intensa. Ressalta-se, também, o estabelecimento de aglomerados subnormais nas margens e até mesmo dentro do canal fluvial, restringindo o vertimento dos volumes oriundos da planície e o acesso das águas de extravasamento do rio às suas margens superiores.

CÁLCULO DE PREJUÍZOS

Metodologias para avaliação dos reais benefícios na adoção de medidas estruturais e não estruturais no controle de inundações constituem tarefa de alta complexidade, uma vez que requerem a combinação de fatores físicos com uma série de aspectos subjetivos. Diante da impossibilidade de eliminação do risco e limitação na capacidade de investimento, é preciso tratar da problemática através de uma abordagem de Gestão do Risco de Inundações (JHA *et al.*, 2012).

Dentre a gama de aspectos que integram uma análise de risco de inundações, podem ser destacadas: a identificação das causas, a valoração e monetarização de prejuízos e benefícios, a garantia de não transferência das inundações após a adoção de medidas, a relação com os outros sistemas urbanos, o conhecimento técnico dos projetistas, o preço de não realização das intervenções, cenários futuros de ocupação da bacia, mudanças climáticas e o risco residual (MACHADO *et al.*, 2005; TUCCI, 2007; MIGUEZ *et al.*, 2015).

A avaliação de prejuízos por inundações inclui custos diretos tangíveis (p.ex. danos a bens com valor de mercado) e custos diretos intangíveis (p. ex. danos a pessoas e ao ambiente), além de custos indiretos (aqueles gerados fora da região de ocorrência do evento, mas impactada por ele). Por serem mais difíceis de serem dimensionados e quantificados, os danos diretos intangíveis e os danos indiretos são usualmente desconsiderados na avaliação dos prejuízos (BALBI *et al.*, 2014).

No presente estudo, os prejuízos econômicos por inundações foram calculados a partir de uma metodologia desenvolvida por Nagem (2008), utilizando as alturas de inundação obtidas através da modelagem de cheias para a bacia pelo MODCEL e dados censitários do IBGE (2010). Nagem (2008) considera cinco prejuízos como mais significativos na caracterização dos impactos das cheias no ambiente urbano:

- custos com doenças de veiculação hídrica;
- prejuízos a propriedades;
- limpeza de residências;
- deseconomias relacionadas ao sistema de transporte;
- danos materiais aos veículos.

Entretanto, a autora relata que o cálculo de prejuízos pode ser simplificado limitando-se aos danos às propriedades e veículos, já que estes representam cerca de 96% do total dos prejuízos. Os prejuízos às propriedades residenciais foram divididos em prejuízos à edificação em si, que correspondem aos danos a todos os componentes da construção, e ao conteúdo, que se referem aos bens de consumo localizados no interior das residências, como mobiliário, eletrodomésticos, itens de vestuário, entre outros (SALGADO, 1995). De maneira breve serão apresentadas as equações de cálculos de prejuízos concebidos por Nagem (2008).

A expressão utilizada para o cálculo dos prejuízos à edificação está apresentada na Equação 1.

$$\text{CRE} = (0,50 \times \text{CUB}) \times \text{PED} \times \text{QD} \times \text{AD} \quad (\text{Equação 1})$$

Onde: CRE = Custo dos danos à edificações residenciais (R\$)
 CUB = Custo unitário básico de construção (R\$/m²)
 PED = Percentual da edificação danificada
 QD = Quantidade de domicílios
 AD = Área do domicílio (m²)

O cálculo dos prejuízos aos conteúdos considera o custo dos conteúdos do imóvel padrão por metro quadrado, a quantidade de domicílios, a área do domicílio do domicílio conforme os projetos-padrão (ABNT, 2005). Adiciona-se um fator multiplicador, relacionando a renda média característica de cada classe, utilizado para adequar o custo dos conteúdos às demais classes econômicas, a partir da classe de referência, conforme Equação 2.

$$\text{CRC} = 1,15 \times (0,50 \times \text{CCIP/AIP}) \times \text{Fm} \times \text{QD} \times \text{AD} \quad (\text{Equação 2})$$

Onde: CRC = Custo dos danos aos conteúdos das residências (R\$)
 CCIP = Custo dos conteúdos do imóvel padrão (R\$)
 AIP = Área do imóvel padrão (m²)
 Fm = Fator multiplicador
 QD = Quantidade de domicílios
 AD = Área do domicílio padrão (m²)

O cálculo dos danos materiais aos veículos considera a quantidade de veículos por domicílio, a quantidade de domicílios e o custo dos danos de acordo com a altura de inundação, conforme apresentado na Equação 3.

$$\text{CDV} = \text{QVD} \times \text{QD} \times \text{CD} \quad (\text{Equação 3})$$

Onde: CDV = Custo dos danos aos veículos (R\$)
 QD = Quantidade de domicílios
 CD = Custo dos danos de acordo com a altura de inundação (R\$)

O valor total dos prejuízos corresponde a soma das parcelas de custos dos danos às edificações residenciais (CRE), aos conteúdos das residências (CRC) e aos veículos (CDV).

ÁREA DE EXPLORAÇÃO MINERAL COMO PAISAGEM MULTIFUNCIONAL NO CONTROLE DE INUNDAÇÕES

Segundo Canholi (2005), o controle de excedentes pluviais no meio urbano pode ser encarado como um problema de alocação de espaços. Em cidades cada vez mais densas e impermeáveis, a abordagem sustentável no controle de inundações busca complementar o sistema de drenagem tradicional com uma série de medidas de armazenamento e infiltração distribuídas na bacia (CIRIA, 2015).

O uso de praças e parques com função de reservatórios de controle de inundações visa atribuir funções hidráulicas a equipamentos urbanos, maximizando a eficiência em investimentos (principalmente em países em desenvolvimento), além de fomentar a integração entre áreas como engenharias, arquitetura e urbanismo (MIGUEZ *et al.*, 2005; REZENDE *et al.*, 2011).

Rezende *et al.* (2011) discutem e aplicam o conceito de paisagem multifuncional ao simular uma praça pública como reservatório de retenção em uma bacia contribuinte à bacia do rio Sarapuí, na cidade de Mesquita-RJ. A intervenção propõe dois lagos com níveis d'água permanentes, conectados entre si por um canal e ligados ao rio Sarapuí por meio de uma única comporta tipo *Flap*, conforme ilustrado na Figura 4. Para um tempo de retorno igual a 50 anos, a intervenção garante um amortecimento de 61,7% do pico de cheias na bacia contribuinte, além de exercer funções de uso recreacional, esportivo, paisagístico e de melhora dos aspectos ambientais locais. Outro estudo sobre praças públicas com funções hidráulicas pode ser encontrado em Miguez *et al.*, 2005.

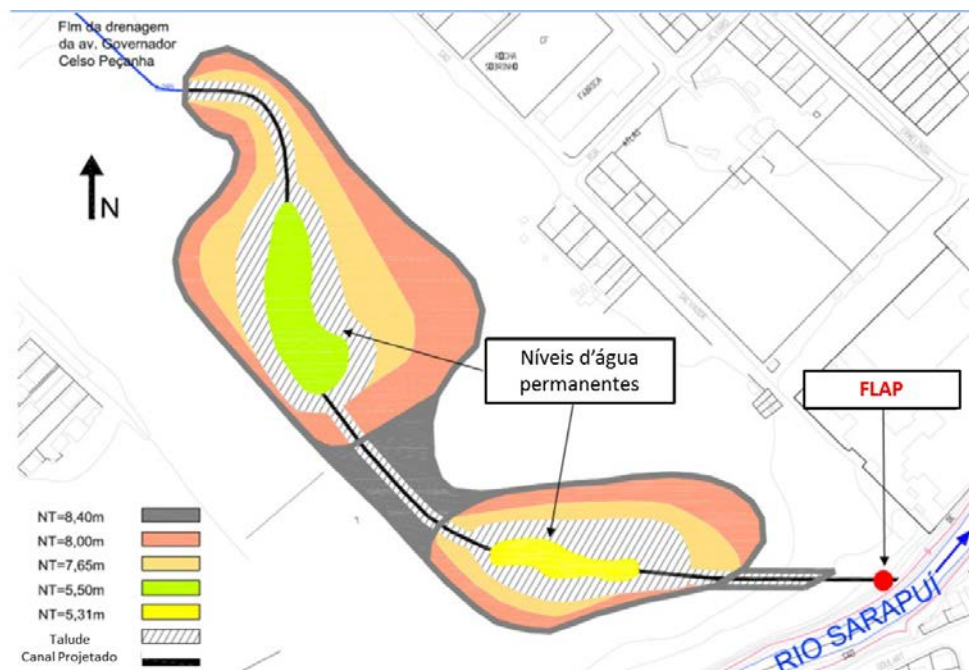


Figura 2 – Representação esquemática do reservatório de retenção com múltiplas funções Celso Peçanha. Fonte: Rezende *et al.*, 2011.

Neste contexto, áreas de exploração mineral com cavas profundas tornam-se potenciais espaços para o acúmulo de excedentes pluviais. Exemplo emblemático no Brasil, o Parque Tanguá em Curitiba abrange o espaço de uma antiga pedreira desativada em uma área total de 235 mil m². O parque conta com dois lagos que, em conjunto com outros reservatórios em parques, regulam as vazões nos períodos de cheias da bacia. O complexo ainda engloba jardins, um mirante, ciclovia, restaurantes e áreas de convivência (CURITIBA, 2017).



Figura 3 – Parque Tanguá em Curitiba – PR. Fonte: CURITIBA, 2017.

Duas áreas de exploração mineral desativadas, vizinhas à região modelada no presente estudo, já foram simuladas em conjunto com outras intervenções na bacia do rio Guerengüê/Arroio Pavuna por Miguez *et al.*, 2014. Atualmente, as áreas desativadas vêm servindo de bota fora, inviabilizando seu potencial hidráulico no controle de inundações. A Figura 3 apresenta a localização das áreas de exploração mineral desativadas e a área de estudo de interesse, denominado Reservatório da Pedreira.

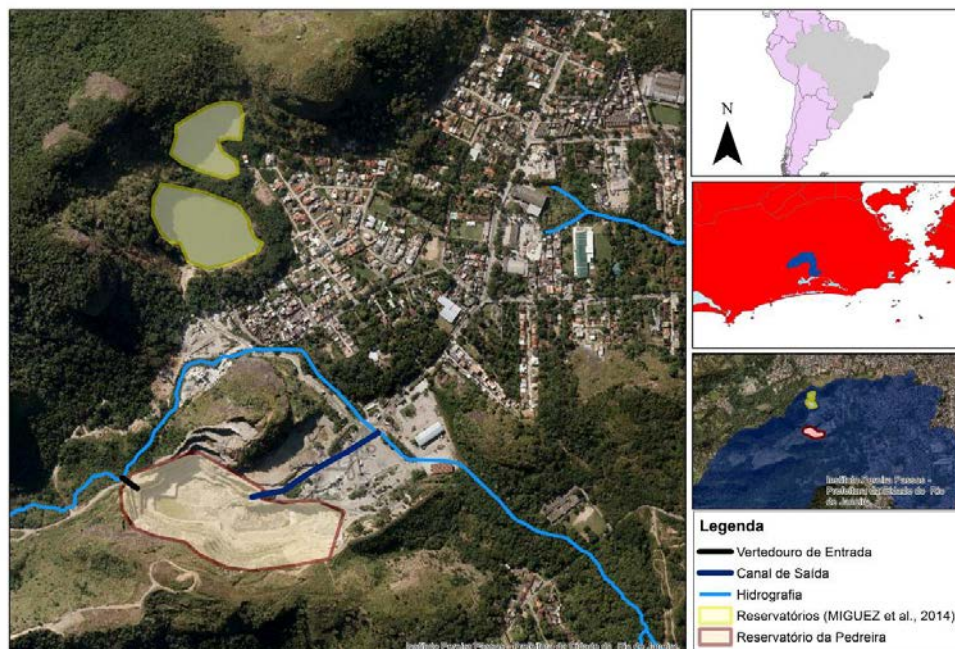


Figura 4 – Localização das áreas de exploração mineral na bacia do rio Guerengüê/Arroio Pavuna.

DISCUSSÃO E RESULTADOS

A partir de um Modelo Digital do Terreno na escala 1:2.000 para a cidade do Rio de Janeiro e utilizando ferramentas de análise geoespaciais, calculou-se a função cota x área x volume para o reservatório proposto para a entrada no MODCEL. Com uma área de drenagem de aproximadamente 2 km², o Reservatório atuará reduzindo o efeito enxurrada (*flash floods*), onde grandes volumes precipitados sobre cabeceiras íngremes alcançam rapidamente as áreas de baixada. A Figura 4 detalha a localização, profundidades e arranjo das estruturas hidráulicas de entrada e saída de água propostas.

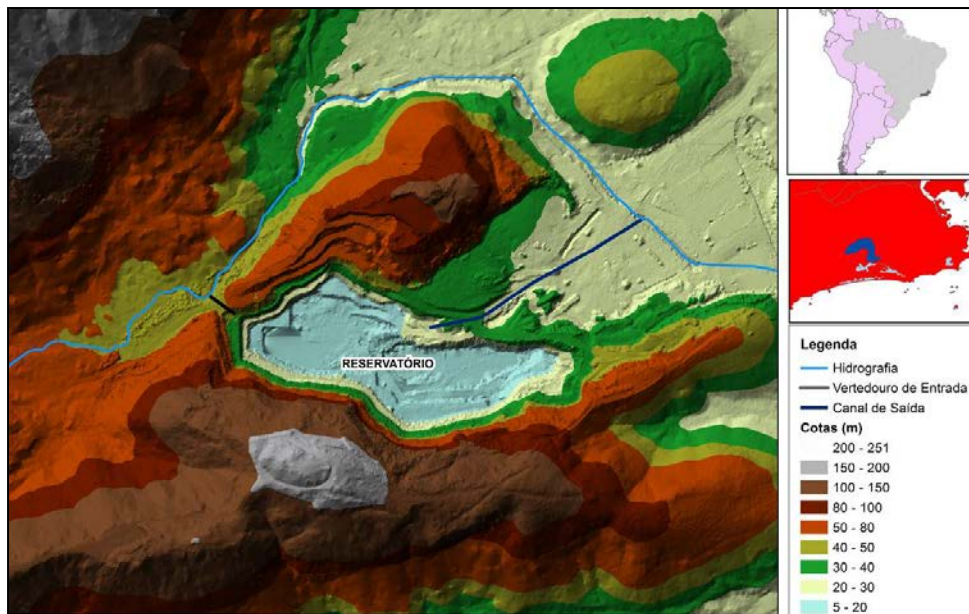


Figura 5 – Cotas do Reservatório da Pedreira.

Com uma profundidade máxima de 20 m, o reservatório é capaz de armazenar cerca de 600 mil m³. Tal volume é maior do que todos os reservatórios somados propostos para a bacia do rio Guerengüê/Arroio Pavuna pelo Plano Diretor de Manejo de Águas Pluviais da Cidade do Rio de Janeiro (PDMAP, 2013), cujo total é de aproximadamente 467 mil m³.

O Reservatório foi modelado no MODCEL como célula do Tipo 3 – Reservatório e, de forma conservadora, adotou-se sua cota de vertimento em 23,8 m. A Figura 6 apresenta o hidrograma de entrada e a curva de enchimento do reservatório, respectivamente.

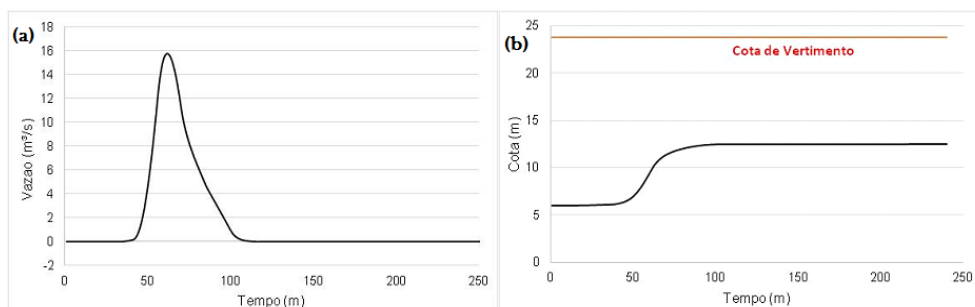


Figura 6 – (a) Hidrograma de entrada (b) Curva de enchimento do reservatório proposto.

O reservatório proposto foi capaz de receber todo o volume afluente sem atingir sua capacidade de vertimento adotada para o TR simulado. A Figura 7 apresenta manchas de inundação dos trechos alto e médio da bacia do Rio Guerengüê/Arroio Pavuna no cenário atual e com o Reservatório da Pedreira.

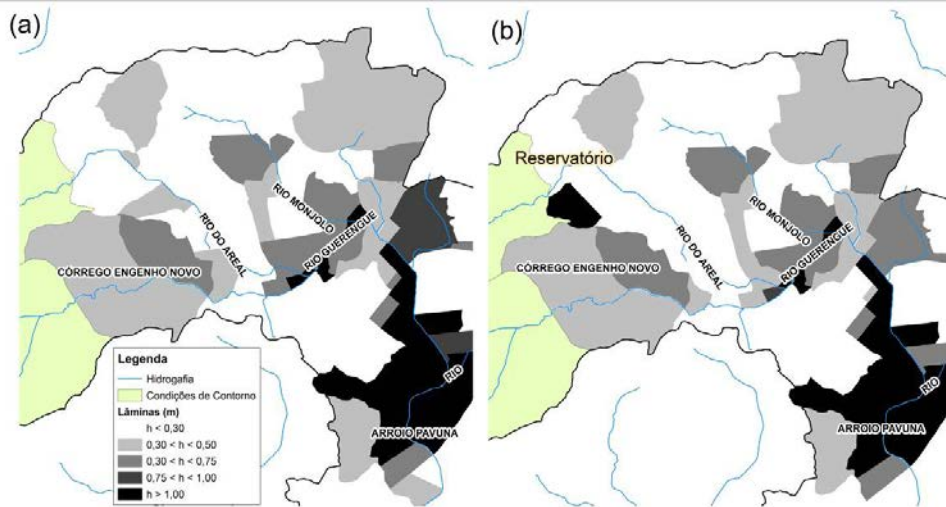


Figura 7 – (a) Resultados de TR 25 anos na situação atual. (b) Resultados de TR 25 anos com o Reservatório da Pedreira.

É possível observar redução de alturas de lâmina em diversas partes da bacia, principalmente ao longo do Rio do Areal. Aplicando-se a metodologia de avaliação de prejuízos proposta por Nagem (2008), o novo cenário com o Reservatório da Pedreira foi capaz de reduzir o prejuízo total da bacia na ordem de 11%, passando de R\$ 143 milhões no cenário atual, para RS 125 milhões no cenário com o reservatório, considerando uma precipitação de projeto com TR igual a 25 anos.

Para as condições simuladas, o volume afluente ao reservatório ocupou apenas 12,6 % da capacidade do reservatório. A Figura 5 apresenta a função cota x área x volume calculada para o reservatório.

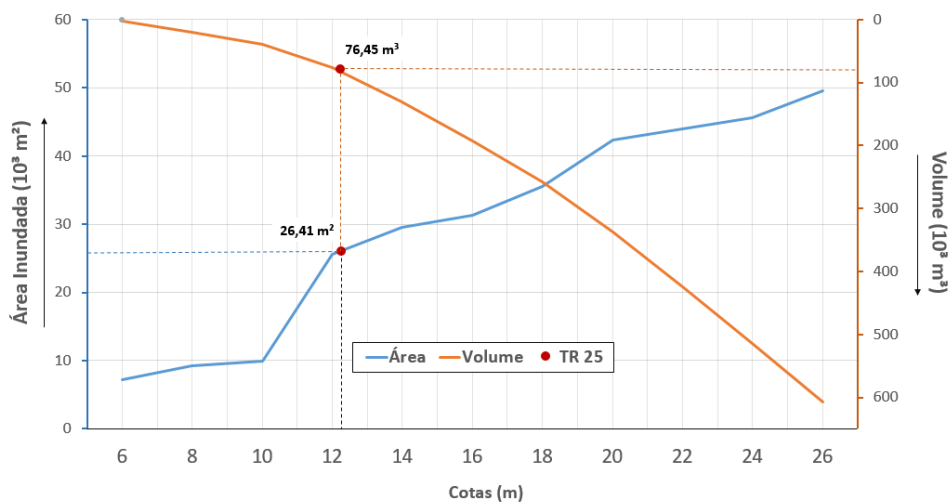


Figura 8 – Função Cota x Área x Volume do Reservatório da Pedreira.

O fato de o reservatório proposto estar próximo e drenar uma área protegida, que é o Parque Estadual da Pedra Branca (PEPB), potencializa tais tipos de funções já descritas e ainda suscita discussões de sua utilização como reserva hídrica. Dada a falta de redundância do sistema de abastecimento de água da cidade, atualmente atendida pelo Sistema Guandu-Lajes-Acari, soluções criativas em sua descentralização precisam ser discutidas.

CONCLUSÕES

A introdução de paisagens multifuncionais como medida estrutural no controle de inundações em áreas urbanas torna-se cada vez mais necessária, uma vez que bacias altamente adensadas possuem restrições no uso dos seus espaços e cada vez mais pessoas estão expostas aos impactos das inundações. Dentro deste contexto, áreas de exploração mineral são potenciais elementos na construção de paisagens com múltiplas funções, uma vez que permitem combinar atividades de controle de inundações, lazer, turismo, valorização do espaço, reserva hídrica, entre outros.

Para o TR simulado, pouco mais de 50% da capacidade de reservação (do total de 600 mil m³) foi atingida, o que indica sua capacidade de reservação para eventos de maiores magnitudes. No entanto, o reservatório proposto não resolve todos os problemas de inundação da bacia, uma vez que recebe apenas cerca de 10% de sua área de drenagem.

A introdução do Reservatório como medida única na simulação de cheias para a bacia do Rio Guerengê/Arroio Pavuna teve como objetivo avaliar exclusivamente seu funcionamento e redução de prejuízos na bacia. Vale ressaltar que uma abordagem sustentável no controle de inundações conta com dispositivos de armazenamento e infiltração distribuídos na bacia assim como um conjunto de medidas estruturais e não estruturais de forma a garantir maior resiliência ao sistema.

Dado que a bacia é formada por quatro tributários principais e boa parte de seu trecho médio é composto por áreas impermeabilizadas de baixa declividade, com ocupações irregulares e intervenções no curso d'água, é preciso que outras medidas combinadas sejam introduzidas para a mitigação de cheias na bacia.

Neste sentido, potenciais estudos futuros podem avaliar a eficiência do reservatório para TRs maiores e reproduzirem seu funcionamento hidráulico nos outros tributários na bacia, ou até mesmo com desvio de outros tributários para o reservatório. Destaca-se, ainda, a avaliação das medidas de controle de inundação em combinação com a reservação hídrica para períodos de escassez.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. Avaliação de custos de construção para Incorporação imobiliária e outras disposições para condomínio edifícios: NBR 12.721, 2005.
2. AUGUSTO, D. L. Concepção, Modelagem e Detalhamento de um Reservatório de Detenção em Praça como Alternativa para o Controle de Cheias na Bacia do Rio Guerengê. Rio de Janeiro, 2012. Dissertação de Mestrado – COPPE – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2012.
3. BALBI, S.; VILLA, F.; MOJTHAED, V.; GIUPPONI, C. Estimating the benefits of early warning systems in reducing urban flood risk to people: a spatially explicit Bayesian model. In: 7th International Congress on Environmental Modelling and Software, San Diego, CA, USA, 2014.
4. BRITO, J. Controle de Enchentes em Bacias Urbanas com Foz em Sistemas Lagunares- Estudo de Caso: Baixada de Jacarepaguá / RJ. Rio de Janeiro, 2009. Dissertação de Mestrado – COPPE – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2009.
5. CANHOLI, A.P. Drenagem urbana e controle de enchentes. Oficina de Textos, São Paulo, 2005.
6. CIRIA. SuDS Manual. Publication C753, 2015.
7. CUNGE, J.A.; HOLLY Jr., F.M.; VERWEY, A. Practical Aspects of Computational River Hydraulics. Inglaterra, Pitman Advanced Publishing Program, 1980.
8. CURITIBA. Prefeitura de Curitiba – Guia Geográfico, 2017.
9. GUIMARÃES, L.F. Metodologia para Avaliação da Capacidade de Recuperação em Função de Prejuízos de Sucessivos Eventos de Inundação. Rio de Janeiro, 2016. Dissertação de Mestrado – COPPE – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2016.
10. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo demográfico, 2010.
11. JHA, A.K., BLOCH, R., LAMOND, J. Cities and Flooding: A Guide to Integrated Urban Flood Risk Management for the 21st Century. Washington, D.C., The World Bank, 2012.
12. MACHADO, M. L., NASCIMENTO, N, BAPTISTA, M. B. Curvas de danos de inundação versus profundidade de submersão: desenvolvimento de metodologia, In: Revista de Gestão de Água da América Latina - Rega, Porto Alegre, v. 2, n. 1, p. 35- 52, 2005.

13. MAGALHÃES, L. P. C., MAGALHÃES, P. C., MASCARENHAS, F. C. B., MIGUEZ, M. G., COLONESE, B. L., & BASTOS, E. T. Sistema HIDRO-FLU para apoio a Projetos de Drenagem. XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. ABRH, João Pessoa, 2005.
14. MIGUEZ, M.G. Modelo Matemático de Células de Escoamento para Bacias Urbanas. Rio de Janeiro, 2001. Tese de Doutorado – COPPE – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2001.
15. MIGUEZ, M. G.; MASCARENHAS, F. C. B. ; MAGALHÃES, L. P. C. Multifunctional landscapes for urban flood control in developing countries. In: Second International Conference on Sustainable Planning & Development, 2005, Bologna/Italy. Proceedings of the Sustainable Planning 2005 - The Sustainable World Book Series. Southampton and Boston: WIT Press - Wessex Institute of Technology, 2005.
16. MIGUEZ, M.G. *et al.* Estudo para Recuperação Ambiental e Controle Integrado de Enchentes e da Poluição Hídrica na Bacia do Rio Guerengüê / Arroio Pavuna, Jacarepaguá – RJ. Fundação COPPETEC/UFRJ, 2007.
17. MIGUEZ, M.G., VERÓL, A.P., MASCARENHAS, F.C.B., SANTOS, R. B. Storage measures as compensatory techniques for urban lowlands flood control. International journal of sustainable development and planning, v. 9, n. 2, p. 225-236, 2014.
18. MIGUEZ, M., REZENDE, O., & VERÓL, A. Drenagem Urbana: Do Projeto Tradicional à Sustentabilidade. Elsevier Brasil, 2015.
19. MIRANDA, F.M. Índice de susceptibilidade do meio físico a inundações como ferramenta para o planejamento urbano. Rio de Janeiro, 2016. Dissertação de Mestrado – COPPE – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2016.
20. NAGEM, F.R.M. Avaliação econômica dos prejuízos causados pelas cheias urbanas. Rio de Janeiro, 2008. Dissertação de Mestrado – COPPE – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2008.
21. NIEMCZYNOWICZ, J. Urban Hydrology and Water Management–Present and Future Challenges. Urban Water, v. 1, Issue 1, March, p.1-14, Elsevier, Netherlands, 1999.
22. ONU. World Urbanization Prospects: The 2014 Revision, United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. (ST/ESA/SER.A/366), 2015.
23. PDMAP. Plano Diretor de Manejo de Águas Pluviais da Cidade do Rio de Janeiro. Hidrostudio e Fundação Rio-Águas, 2015.
24. REZENDE, O.M., CARNEIRO, P.R., MIGUEZ, M.G. Sustainable Stormwater Management: use of multifunctional landscapes in urban drainage for flood control. In: 12nd International Conference on Urban Drainage, Porto Alegre/Brazil, p. 11-16, 2011.
25. SALGADO, J.C.M. Avaliação econômica de projetos de drenagem e de controle de inundações em bacias urbanas. Rio de Janeiro, 1995. Dissertação de Mestrado – COPPE – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1995.
26. SAYERS, P., YUANYUAN, L., GALLOWAY, G., PENNING-ROSWELL, E., FUXIN, S., KANG, W., YWEL, C. & LE QUESNE, T. Flood Risk Manangement: A strategic Approach. Paris, UNESCO, 2013.
27. TUCCI, C.E.M. Inundações Urbanas, 1ed., ABRH/RHAMA, 2007.