

METODOLOGIA PARA SELEÇÃO DE MICROBACIAS DE DRENAGEM URBANAS E IMPLANTAÇÃO DE MICRORESERVATÓRIOS NA REGIÃO DA TIJUCA, RJ

Isaias Fagundes Leal^{1} & Bruna Magalhães de Araujo² & Marcelo Obraczka³ & Alfredo Akira Ohnuma Jr⁴ & Luis Carlos Soares⁵*

Resumo – O acelerado processo de urbanização aliado a crescente impermeabilização do solo intensifica os impactos do ciclo hidrológico e consequentemente a frequência e intensidade de inundações. Atualmente, diversas alternativas de projetos têm sido apresentadas, como medidas não convencionais de drenagem urbana com o objetivo de reduzir esses impactos. Este trabalho visa definir critérios específicos para seleção de micro bacias de drenagem urbana, que apresentem maior viabilidade para a implementação de microreservatórios no lote. A metodologia consiste na análise de duas áreas distintas na Grande Tijuca, Rio de Janeiro-RJ, região historicamente bastante afetada por inundações urbanas. Posteriormente, foi realizada uma seleção e hierarquização de micro bacias de drenagem com maior potencial para a implantação de microreservatórios, a partir de critérios que incluem; (1) existência de grandes áreas impermeabilizadas, especialmente coberturas e telhados; (2) reduzida eficiência/capacidade operacional dos sistemas locais de microdrenagem existentes; (3) inexistência de bacias externas e/ou de remanso do corpo receptor e (4) potencial para o aproveitamento das águas armazenadas. De acordo com os critérios estabelecidos as áreas de maior cobertura potencializam a viabilidade de definição de áreas de telhado para implantação de microreservatórios. Recomenda-se para trabalhos futuros aprofundar os estudos a partir de modelagem hidrológica e hidráulica.

Palavras-Chave – Drenagem urbana, micro reservatórios, controle de deflúvio e de picos de vazão na origem.

METHODOLOGY FOR THE SELECTION OF URBAN DRAINAGE MICROBASIN AND THE IMPLEMENTATION OF MICRORESERVATORIES IN THE TIJUCA REGION, RJ.

Abstract – The accelerated urbanization process combined with increasing soil sealing intensifies the impacts of the hydrological cycle and consequently the frequency and intensity of floods. Currently, several project alternatives have been presented, such as unconventional urban drainage measures with the objective of reducing these impacts. This work aims to define specific criteria for the selection of micro drainage basins, which present greater viability for the implementation of microreservatories in the lot. The methodology consists of the analysis of two distinct areas in Grande Tijuca, Rio de Janeiro-RJ, a region historically quite affected by urban floods. Subsequently, a selection and hierarchization of micro drainage basins with greater potential for the implantation of microreservatories was performed, based on criteria that include (1) existence of large waterproofed areas, especially roofs and roofs; (2) reduced efficiency / operational capacity of existing local microdrainage systems; (3) lack of external basins and / or backwater of the receiving

*Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ/isaiasfagundesleal@gmail.com

¹ Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da UERJ/brunamagalhaes5@gmail.com

² Docente na Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ/marcelobraczka@gmail.com

³ Docente na Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ/akira@uerj.br

⁴ Graduando de Engenharia Civil na Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ/lcsoareseng@gmail.com

body and (4) potential for the use of stored water. According to the established criteria, the areas with greater coverage enhance the feasibility of defining roof areas for the implantation of microreservoirs. It is recommended for further work to deepen the studies from hydrological and hydraulic modeling.

Keywords – Urban drainage, micro reservoirs, control of runoff and flow peaks.

INTRODUÇÃO

A importância crescente da drenagem urbana se deve a expansão da urbanização e dos adensamentos populacionais no país, aliado a aspectos de crescente impermeabilização e a carências de planejamento e controle do uso do solo urbano (CANHOLI, 2005). A cidade do Rio de Janeiro sofre há décadas com esse problema, sendo a região da Tijuca um dos seus principais expoentes. Na visão higienista convencional predomina o conceito que priorizava o afastamento mais rápido possível do deflúvio para jusante, empregando para isso um sistema de rede de galerias pluviais e canais. No entanto, verificou-se em determinados casos, que simplesmente adotar soluções dessa tipologia, incluindo até mesmo a "retificação" de rios, diminuição da rugosidade e ou aumento da seção hidráulica das canalizações reduzem no seu conjunto o tempo de concentração da bacia, gerando efeitos danosos, como a superposição de picos de cheias a jusante (TUCCI *et al.*, 1995).

Baseado no conceito de amortecimento, a partir de uma experiência bem-sucedida na cidade de São Paulo (CANHOLI, 2005) foi iniciado no município do Rio de Janeiro o Programa de Controle de Enchentes da Grande Tijuca, sob a coordenação da Fundação Rio Águas, com a implantação de quatro reservatórios de amortecimento de cheias na região da bacia da Tijuca e arredores. A execução desse programa, a partir da execução de obras de contenção de cheias na grande Tijuca, se justifica principalmente em função da sobrecarga no sistema de macrodrenagem na bacia do Mangue, sobretudo dos rios Joana, Trapicheiros e Maracanã (CANHOLI e GRACIOSA, 2011). Apesar da melhoria considerável verificada nos últimos anos a partir da implantação desse programa, fato confirmado pela própria população local, o novo sistema não foi suficientemente capaz de impedir o evento de março de 2016 ao registrar inundações em grande parte da região.

De uma maneira geral, constata-se que problemas de maior envergadura e complexidade que atualmente envolvem a drenagem urbana não conseguem ser sanados somente através da adoção de iniciativas e intervenções mais localizadas e de caráter estrutural, como bem demonstra a recente experiência com esses reservatórios de acumulação na Tijuca.

Na realidade, visando se obter uma maior eficácia no enfrentamento e na solução de tais problemas deve ser considerado um conjunto de alternativas, sob uma ótica holística e englobando um leque de intervenções, tanto corretivas como de gestão e planejamento. Santos (2016) sustenta que em muitos países se faz necessário promover medidas de drenagem de cunho mais sustentável inclusive para assegurar a sustentabilidade de seus sistemas de abastecimento de água e restabelecer o ciclo hidrológico na própria bacia. Comparadas com os grandes reservatórios de amortecimento a jusante da bacia soluções de retenção/amortecimento mais a montante da bacia ocupam menos áreas, além de possuírem custo reduzido e descentralizar as atividades de operação e manutenção dos sistemas junto a agenda das administrações públicas e órgãos gestores. Essas técnicas e dispositivos já são bastante difundidos em países desenvolvidos, como EUA, Canadá e Japão, podendo ser citadas a captação, a infiltração, o amortecimento e a retenção do deflúvio na origem (CANHOLI, 2005). Telhados verdes, captação e infiltração e /ou utilização de águas de telhado, ruas mais sinuosas, pavimentação mais permeável, bacias de detenção, estrangulamentos de seção de entrada, são outros exemplos da aplicação desse conceito (TUCCI *et al.*, 1995). Outra questão que deve ser abordada diz respeito a conceitos mais recentes de compartilhamento da responsabilidade pela drenagem: em algumas cidades dos EUA novos empreendimentos não são licenciados/aceitos se não comprovarem

a adoção de medidas que possibilitarão não haver aumento do deflúvio a jusante dos locais onde serão instalados.

A implantação desses conceitos aplicados na legislação brasileira, ainda hoje se apresenta de forma incipiente, já que dos 5570 municípios, ao menos quatro tornam compulsória a adoção de reservatórios de acumulação e retenção de águas de chuva para novos empreendimentos com áreas impermeabilizadas superiores a 500 m². O município do Rio de Janeiro aborda o assunto no decreto nº 23940/2004, e os municípios de São Paulo, Niterói e Nova Iguaçu nas leis nºs 41.814/2002, 2.630/2009 e 4.092/2011, respectivamente. Além disso, o Estado de São Paulo também aplicou esta obrigatoriedade ao instituir a lei de nº 12.526/2007.

Há ainda outros exemplos distintos, como do sistema de captação de águas pluviais do Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira (CAp/UERJ), como apresentado por Guimarães (2016). Localizado no bairro do Rio Comprido, o CAp possui um reservatório com capacidade para 2460 litros, sendo utilizado para caracterização de águas de chuva em diferentes pontos de armazenamento, com uma proposta para o emprego da água em atividades menos nobres como rega e limpeza (SOUZA et al., 2017). Na região norte do município do Rio de Janeiro, o Parque Ari Barroso, situado no bairro da Penha, conta com um reservatório enterrado de 3,0 metros de largura por 3,0 metros de comprimento e 1,2 metros de profundidade, cuja área de contribuição é o telhado da Arena Dicró, com aproximadamente 500 m². Os cálculos realizados verificam que o reservatório existente, com um volume total de 10,8 m³, está bem dimensionado de acordo com as metodologias apresentadas (ALVAREZ, 2017).

O uso de microrreservatórios de amortecimento não se limita apenas ao RJ e ao Brasil, sendo também utilizado em outros estados como SP, DF, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Espírito Santo e Paraná, e em diversos outros países. Segundo o Australian Bureau of Statistics (2010), mais de um terço (34%) das casas utilizam reservatórios de coleta de águas pluviais instaladas. A Swinburne University of Technology construiu dois reservatórios subterrâneos no seu campus de Melbourne, Austrália, com capacidade combinada de 295 m³, cujo objetivo é capturar águas pluviais dos telhados de determinadas edificações e usá-las para irrigação (IMTEAZ et al. 2009).

O presente trabalho visa avaliar critérios específicos para seleção de micro bacias de drenagem urbana, em função de vazões provenientes de áreas impermeabilizadas como pátios, telhados e coberturas existentes nos lotes e áreas particulares. Com esse objetivo, a bacia da Tijuca foi adotada como área de estudo por abranger extensa área com ocupação formal e urbanização consolidada.

METODOLOGIA

Primeiramente foram levantados dados gerais sobre a área de estudo adotada da Tijuca para caracterização e contextualização, dentre outros aspectos, a identificação de pontos de alagamento por conta de insuficiência da rede de drenagem. Foi realizado um levantamento de pontos críticos, onde são discriminadas as principais manchas de inundação da área de interesse. Tais locais foram evitados, pois manchas, remansos e outras situações dessa natureza podem interferir negativamente no desenvolvimento e nos resultados do estudo.

Além de dados do cadastro foram também utilizadas informações de campo disponibilizadas por técnicos da Fundação Rio Águas, tais como a existência/localização de áreas mais críticas, locais onde há extravasamento de uma bacia para outra adjacente, em função de excesso de deflúvio e baixa capacidade da rede de drenagem e outras.

A Figura 1 ilustra o bairro da Tijuca, região da área desse estudo. Devido à dimensão da região adotada da Tijuca, foram definidas duas áreas específicas, a serem prioritariamente estudadas, denominadas como Área 1 e Área 2 (Figura 2).

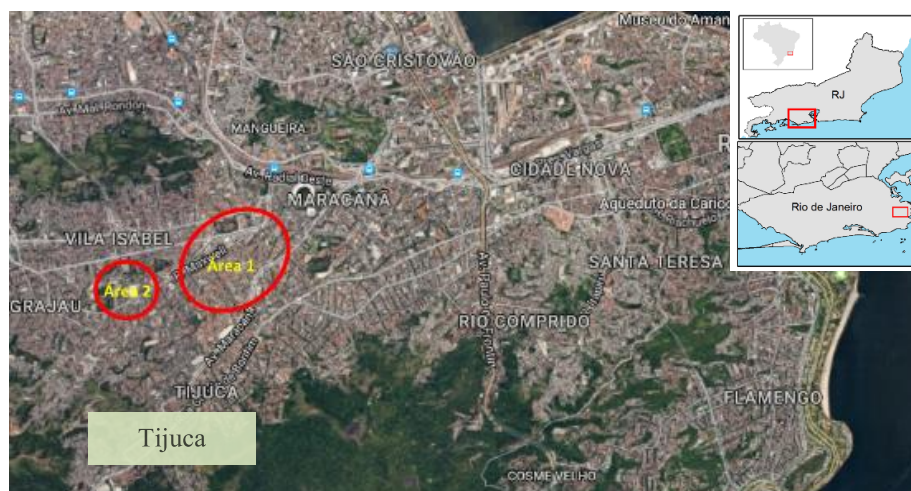


Figura 01 – Imagem de satélite da localização das áreas 1 e 2.

Fonte: Google Maps, acesso em maio 2017-05-30.

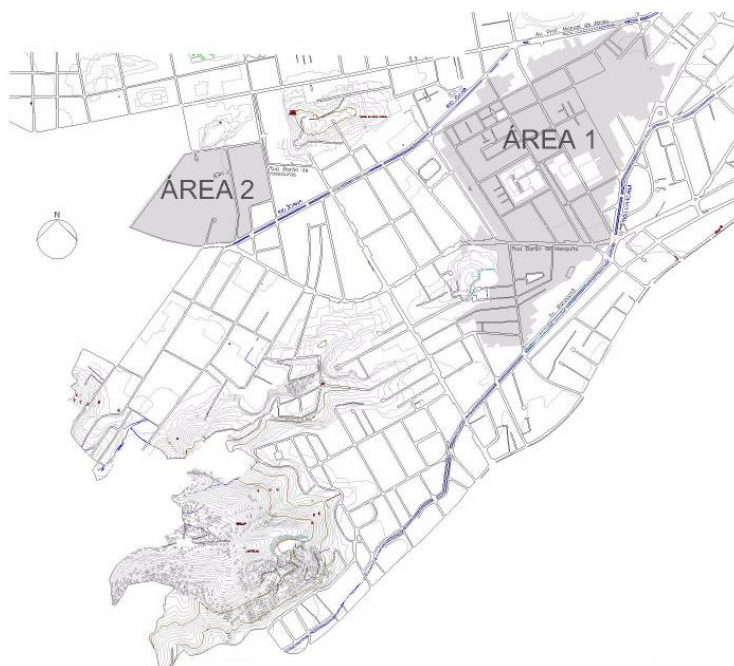


Figura 02 – Localização das áreas 1 e 2 no bairro da Tijuca.

As duas áreas escolhidas apresentam características relevantes quanto ao potencial para adoção de dispositivos de amortecimento e consequentemente para melhoria das condições de drenagem locais, dispondo de características desejáveis para o desenvolvimento dos estudos, tais como: (1) elevada impermeabilização, (2) problemas crônicos da micro drenagem constatados na prática, inclusive para chuvas menos intensas e ainda (3) boa disponibilidade de dados de chuva e de cadastro/projeto das redes locais de microdrenagem.

A Área 1 se situa mais a jusante da macrobacia adotada, sendo predominantemente composta por lotes e edificações servidas por arruamentos da malha viária pública. Na sequência do trabalho, essa foi a área adotada para uma avaliação mais específica de micro bacias e respectivos sistemas de micro drenagem. Para melhor analisar as características que possam justificar o emprego dos microreservatórios, essa área foi subdividida nas sub-bacias A,B, C, D, E, F, E e G (Figura 3). Por outro lado, a Área 2, situada mais a montante na bacia da Tijuca, possui uma ocupação composta por

agrupamentos de edificações como condomínios de prédios, servidas por vias internas. Esta área é denominada de *Tijolinho* (Figura 4), que distingue suas áreas de telhados das demais ocupações impermeabilizadas da bacia, como estacionamentos, áreas de parques, vias e passeios.

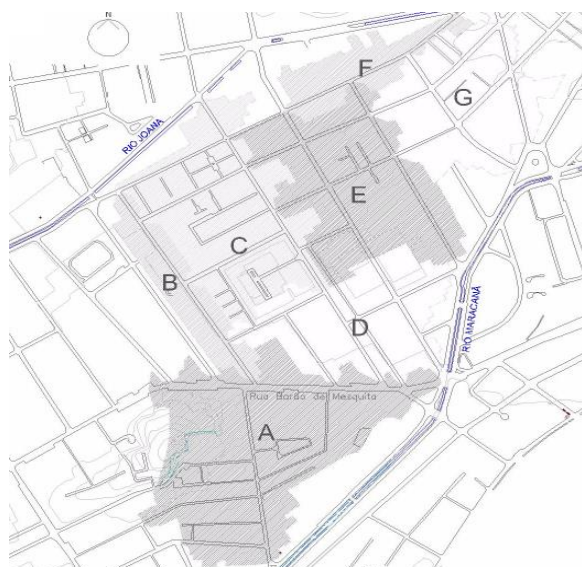


Figura 03 – Sub-bacias da Área 1.



Figura 04 - Área 2 (*Tijolinho*).

Os dados referentes aos limites das bacias, sub bacias, projetos e cadastros das respectivas redes de micro drenagem foram obtidos junto ao setor de cadastro da Rio Águas. A Fundação também foi consultada no que se refere aos sistemas de micro drenagem que se apresentam mais saturados e\ou onde há maior necessidade de remanejamento. As duas Áreas (1 e 2) adotadas apresentam um universo considerável de micro bacias de drenagem. Foram então avaliadas algumas de suas características, a partir de uma metodologia desenvolvida para a eleição e hierarquização daquelas que serão modeladas prioritariamente. Tais características determinam se há ou não uma maior aptidão ou viabilidade para a adoção de micro reservatórios. A Tabela 1 apresenta as características desejáveis\condições de contorno que norteiam essa análise prévia.

Tabela 1. Características desejáveis para micro bacias com vistas ao emprego de micro reservatórios.

| Item | Crítérios | Justificativa |
|------|--|--|
| 1 | Não receber contribuição de deflúvios de bacia externa | Minimizar influencia (de vazão) externas que possam deturpar os resultados e\ou tornar amortecimento insignificante. |
| 2 | Possuir área inferior a 3 km ² | Utilização do Método Racional; simplificação dos cálculos. |
| 3 | Ser provida de cadastro do sistema de drenagem existente | Possibilita avaliar o desempenho hidráulico das galerias nos períodos pré e pós amortecimento. |
| 4 | O sistema existente não funciona adequadamente na ocorrência de chuvas frequentes, com períodos de recorrência inferiores a 2 anos | Maior interesse e viabilidade na implantação de sistemas de amortecimento intralotes. |

| Item | Critérios | Justificativa |
|------|---|---|
| 5 | Os pontos de extravasamento e\ou alagamentos identificados não poderão ser decorrentes da influência de fenômenos de remanso da macrodrenagem e dos corpos hídricos receptores dos desagues desses sistemas de micro drenagem | Minimizar influências (de vazões) externas que possam deturpar ou invalidar os resultados das modelagens pré e pós amortecimento. |
| 6 | Dispor da maior quantidade de reservatórios já implantados | Maior viabilidade na implantação de sistemas de amortecimento\micro reservatórios na origem. |
| 7 | Conter área de telhados dos lotes (edificada) superior a no mínimo 40% em relação à área total | Maior viabilidade para implantação de sistemas de amortecimento\micro reservatórios na origem. |
| 8 | Dispor de maiores áreas individuais de telhados | Maior viabilidade na implantação de sistemas de amortecimento\micro reservatórios na origem. |
| 9 | Dispor de maior quantidade de condomínios de prédios com mais pavimentos destinados a garagem e áreas verdes | Maior viabilidade na implantação de sistemas de amortecimento\acumulação em micro reservatórios na origem, visando também reúso. |
| 10 | Conter maior número de lotes com áreas de lotes iguais ou maiores a 500 m ² | Maior viabilidade para implantação de micro reservatórios, a partir das exigências da legislação pertinente. |

RESULTADOS

De acordo com a tabela 2, é possível verificar quais micro bacias da Área 1 e 2 apresentam características mais desejáveis para que seja potencializado o efeito benéfico do emprego dos micro reservatórios. Para a presença do atributo foi atribuído peso 1 e sua ausência peso 0, calculando-se ao final o somatório de pontos obtido para cada micro bacia.

Tabela 2. Características desejáveis para micro bacias das áreas 1 e 2 com vistas ao emprego de micro reservatórios.

| Item | Critérios | ÁREA 1 | | | | | | | Área 2 |
|------|--|--------|---|---|---|---|---|---|--------|
| | | A | B | C | D | E | F | G | |
| 1 | Não receber contribuição de deflúvios de bacia externa | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 2 | Possuir área inferior a 3 km ² | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 3 | Ser provida de cadastro do sistema de drenagem existente | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 4 | O sistema existente não funciona adequadamente na ocorrência de chuvas frequentes, com períodos de recorrência inferiores a 2 anos | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |

| Item | Critérios | ÁREA 1 | | | | | | | Área 2 |
|------|---|-----------------|------|------|------|------|------|------|--------|
| | | A | B | C | D | E | F | G | |
| 5 | Os pontos de extravasamento e/ou alagamentos identificados não poderão ser decorrentes da influência de fenômenos de remanso da macrodrenagem e dos corpos hídricos receptores dos desagües desses sistemas de micro drenagem | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 6 | Dispor da maior quantidade de reservatórios já implantados | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 7 | Conter área de telhados dos lotes (edificada) superior a no mínimo 40% em relação à área total | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 8 | Dispor de maiores áreas individuais de telhados | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 9 | Dispor de maior quantidade de condomínios de prédios com mais pavimentos destinados a garagem e áreas verdes | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 10 | Conter maior número de lotes com áreas de lotes iguais ou maiores a 500 m ² | Sem informações | | | | | | | |
| | Total obtido/Total possível | 4/10 | 5/10 | 9/10 | 5/10 | 9/10 | 3/10 | 6/10 | 8/10 |

De acordo com os resultados da tabela 2, a área 2 e as sub-bacias C e E da área 1 são aquelas com maior potencial para o desenvolvimento/prosseguimento dos estudos de modelagem, uma vez que atenderam as características pré-estabelecidas e desejáveis na viabilização do emprego de micro reservatórios para atenuação de picos de chuva e também possível aproveitamento de volumes armazenados. Por exemplo, a seleção da sub-bacia C se justifica, dentre os critérios propostos, que as áreas de telhados representam cerca de 53% de sua área total, de modo a reiterar a localidade como uma região de grande potencial para a implantação de micro-reservatórios.

CONCLUSÃO

O presente trabalho permite concluir que:

- (1) a metodologia proposta de seleção de micro-bacias possibilitou esclarecer critérios para definição de áreas de implantação de micro-reservatórios em edificações urbanas;
- (2) de maneira justificada pode-se identificar a elevada área disponível de coberturas de telhados, como galpões e áreas de condomínio, como critérios de desempate para seleção de áreas, conforme a metodologia adotada;
- (3) há necessidade de aprofundar o estudo a partir de avaliação de cenários por modelagem hidráulica e hidrológica, fundamentados em dados de bacias monitoradas.

REFERÊNCIAS

ALVAREZ, M.G.L. Gestão Sustentável de Águas Pluviais no Parque Urbano Ary Barroso, Rio de Janeiro-RJ. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2017.

CANHOLI, A. P.(2005). Drenagem Urbana e Controle de Enchentes. São Paulo: Oficina dos Textos.

CANHOLI, A.P.; GRACIOSA, M.C.P. Enchentes na cidade do Rio de Janeiro – Causas e soluções. Estudo de caso: Bacia do Canal do Mangue. In: Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Maceió-AL. 27 nov à 01 dez, 2011.

ENVIRONMENTAL ISSUES: Water use and Conservation. In: Australian Bureau of Statistics. 2013. Disponível em: <http://www.abs.gov.au/ausstats/abs@.nsf/Lookup/4602.0.55.003main+features4Mar%202013>. Acesso em: 03/09/2013.

Fundação Rio Águas, (2010). Instruções Técnicas para Elaboração de Estudos Hidrológicos e Dimensionamento Hidráulico de Sistemas de Drenagem Urbana. Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, Secretaria Municipal de Obras, Subsecretaria de Gestão de Bacias Hidrográficas - Rio Águas.

GUIMARÃES R. M. Caracterização físico-química e biológica da chuva armazenada no sistema do Instituto Fernando Rodrigues da Silveira, CAP-UERJ. 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

IMTEAZ, M. A.; Taylor, J.; Pateras, M.; Shanableh, A. (2009). Effectiveness and Payback Period Analysis of Rainwater Tanks Constructed within Swinburne University of Technology. In: 2009 SSEE International Conference, Melbourne.

NITERÓI. Lei n° 2.630, de 7 de janeiro de 2009. Disponível em: http://pgm.niteroi.rj.gov.br/legislacao_pmn/2009/LEIS/2630_Reaproveitamento_e_armazenamenro_de_aguas_pluviais.pdf >. Acesso em: 19 maio. 2017.

NOVA IGUAÇU. Lei n° 4.092, de 28 de junho de 2011. Disponível em: https://pt.wikisource.org/wiki/Lei_Municipal_de_Nova_Iguaçu_4092_de_2011>. Acesso em: 19 maio. 2017.

RIO DE JANEIRO. Decreto n° 23.940, de 30 de janeiro de 2004. Disponível em: <http://www2.rio.rj.gov.br/smu/buscafacil/Arquivos/PDF/D23940M.PDF>>. Acesso em: 19 maio. 2017.

SANTOS, D.C.(2016). Saneamento para gestão integrada das águas urbanas. Rio de Janeiro: Elsevier. 154p.

SÃO PAULO. Decreto n° 41.814, de 15 de março de 2002. Disponível em: http://www3.prefeitura.sp.gov.br/cadlem/secretarias/negocios_juridicos/cadlem/integra.asp?alt=16032002D%20418140000. Acesso em: 19 maio. 2017.

SÃO PAULO. Lei n° 13.276, de 4 de janeiro de 2002. Disponível em: <http://www.leispaulistanas.com.br/reservatorios-de-agua/lei-no-13276-de-4-de-janeiro-de-2002>>. Acesso em: 19 maio. 2017.

SOUZA, R.S.; ARAÚJO, D.B., JACOB, R.V.B.; ROCHA, B.C.; BILA, D.M.; OHNUMA JR., A.A. Análise de parâmetros físico-químicos da água da chuva de um sistema no Rio de Janeiro. In: 1º Simpósio Nacional de Gestão e Engenharia Urbana. SINGEUB – São Carlos-SP. 25-27/10/2017 (aprovado).

TUCCI, C.E.M; Porto, R.L.L, e Barros, M.T. de. (1995). Drenagem Urbana. ABRH, Porto Alegre: Editora da Universidade.ZAHED FILHO, K.; Martins, J. R. S.; Porto M. F. do A., e Cucio, M. S.(2012). Medidas de Armazenamento Artificial e Facilitadores de Infiltração para Controle de Inundações Urbanas. Coleção Águas Urbanas, Fascículo 5. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - PHA2537 – Água em Ambientes Urbanos.