II Simpósio Nacional de Gestão e Engenharia Urbana

ABORDAGEM SISTÊMICA, ESCALAS E INTERSETORIALIDADE:
DESAFIOS E POTENCIAIS DO DESENVOLVIMENTO URBANO SUSTENTÁVEL

Os impactos do processo de urbanização da bacia do canal do mangue do Rio de Janeiro (RJ) em seu regime hidrológico¹

The impacts of the urbanization process of the mangue canal in Rio de Janeiro (RJ) basin in its hydrological

Pereira, Jéssica do Nascimento¹; Leite, Maria Eduarda Guida Frazão²; Lima, Marcos Paulo Souza³; Alves, Rosane Martins⁴

¹ Politécnica UFRJ Eng. Urbana, jess.nasc.per@poli.ufrj.br

² Politécnica UFRJ Eng. Urbana, meduardafrazao@poli.ufrj.br

³ Politécnica UFRJ Eng. Urbana, marcoslima@poli.ufrj.br

⁴ Politécnica UFRJ Eng. Urbana, rosane.alves@poli.ufrj.br

RESUMO

Este artigo apresenta a área da Bacia do Canal do Mangue na cidade do Rio de Janeiro, tendo como objetivo contextualizar o problema de drenagem pluvial ao crescimento desordenado e o impacto ambiental causado. Através de pesquisa bibliográfica, foi possível estabelecer uma discussão teórica sobre a região, constatando que já era sensível a problemas de inundações antes da urbanização. O crescimento urbano motivou ações de impermeabilização do solo, supressão de corpos hídricos, canalização e mudança do curso de rios, além de eclosão de morros e aterros de áreas alagadiças. Destaca-se também, a disputa dessa área pela população mais carente, gerando a ocupação das encostas, a qual foi mapeada através de programa de georreferenciamento. Sendo assim, foi possível identificar que o problema de drenagem pluvial dessa bacia, além de soluções estruturais pode incluir intervenções denominadas infraestruturas verdes como forma de minimizar a vulnerabilidade a que estão sujeitos os habitantes da bacia em questão.

Palavras-chave: drenagem urbana, Canal do Mangue, urbanização.

ABSTRACT

This article introduces the area of the Mangue Canal hydrographic basin in the city of Rio de Janeiro, in order to contextualize the problem of rainfall drainage with disordered growth and environmental impact caused. Through bibliographical research, it was possible to establish a theoretical discussion about the region, and to set that it was already sensitive to flood problems before urbanization. With urban growth, it was necessary to waterproof the soil, to suppress water bodies, to channel and change the course of rivers, as well as to the hatching of hills and embankments. It can be highlighted also the dispute for this area by the most needy population, generating occupation of the slopes, which was mapped through a

¹ PEREIRA, Jéssica do Nascimento; LEITE, Maria Eduarda Guida Frazão; LIMA, Marcos Paulo Souza; ALVES, Rosane Martins. Os impactos do processo de urbanização da Bacia do Canal do Mangue em seu regime hidrológico e pluvial. In: II SIMPÓSIO NACIONAL DE GESTÃO E ENGENHARIA URBANA: SINGEORB, 2019, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2019.

georeferencing program. Therefore, it was possible to identify that the problem of rainfall drainage of this basin, exceeds structuring solutions can be intervencion green infrastructure. As a way of reducing the vulnerability of the inhabitants of this basin in question.

Keywords: urban drainage, canal do mangue, urbanization.

1 INTRODUÇÃO

O processo de urbanização e de ocupação do solo, afeta as características físicas e o meio natural do território, trazendo mudanças de funcionamento nas esferas ambiental e socioeconômica. A bacia hidrográfica como unidade espacial de território e de planejamento, gera impactos em seus diversos ecossistemas, destacando-se os corpos hídricos. O acentuado crescimento demográfico, precisa ser acompanhado do devido planejamento, principalmente em países em desenvolvimento, minimizando problemas na infraestrutura urbana. (OLIVEIRA, SANCHES, 2003).

O artigo relaciona as alterações trazidas pelo processo de ocupação e expansão urbana, que ocorreu de forma desordenada e sem o devido planejamento, e seus consequentes impactos no regime hidrológico da Bacia do Canal do Mangue, localizado na cidade do Rio de Janeiro, dentro da Região Hidrográfica da Baía de Guanabara, como mostra a Figura 1.

Figura 1 - Macrorregiões de Drenagem do Município do Rio de Janeiro, com destaque na Sub Bacia do Canal do Mangue

Fonte: PMRJ – Plano Municipal de Saneamento Básico, 2009 (Adaptado pelos autores)

A referida área apresenta um inchaço populacional, tanto nas áreas de cotas mais baixas e de planícies, quanto nas encostas ocupadas por populações de renda mais baixa, que se expandem cada vez mais em condições de precariedade. Apesar dessa dicotomia, ambas estão sujeitas à problemas de segurança hídrica, escassez de saneamento básico adequado, riscos geotécnicos e enchentes urbanas.

Atualmente, a região é objeto de intervenções estruturais para controle de cheias, pelo poder público (municipal e federal), devido aos danos causados a uma das áreas mais populosas da cidade, a chamada Grande Tijuca e a maior parte dos bairros na periferia da Região Central (MIGUEZ, et al, 2015).

O objetivo do artigo é analisar através de referenciais teóricos e experiências práticas, as ações antrópicas e seus impactos no regime hidrológico da região, comprovando, os efeitos da urbanização desordenada. Utilizou-se das ferramentas GIS e CAD, para confecção de mapas que identificassem as inúmeras áreas informais da região e a partir deste levantamento foi possível realizar as considerações acerca do impacto ocasionado pela urbanização não

planejada nesta bacia hidrográfica. Apresenta-se, também, algumas intervenções de mitigação implementadas e propostas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Histórico da ocupação da Bacia

A bacia hidrográfica do Canal do Mangue foi a que sofreu mais modificações com o decorrer dos anos desde o descobrimento das terras brasileiras, pelos portugueses (FUNDAÇÃO RIO ÁGUAS, 2010). Através de mapas, antigos, é possível a observação das mudanças ocorridas no território do município do Rio de Janeiro, nas áreas correspondentes a Zona Sul, Centro da Cidade e parte da Zona Norte, onde se localizam os bairros da Grande Tijuca e São Cristóvão. Estes mapas, identificados na Figura 2, referem-se à situação da cidade nos anos 1567, 1700, 1808 e início do século XX e são contextualizados com alguns fatos relevantes do cenário histórico brasileiro (PEREIRA, 2016).

Figura 2 - Mapas do desenvolvimento da cidade do Rio de Janeiro entre 1567 a 1906, com indicação da Sub Bacia do Canal do Mangue

Fonte: Rio Águas, 2014 (Adaptado pelos autores).

As áreas esverdeadas representam várzeas e mangues, enquanto as partes amarelas eram os morros. As linhas que aparecem no primeiro mapa da Figura 2, significam os corpos hídricos. Dessa forma é possível a verificação da supressão dos rios ao longo dos séculos.

2.2 Caracterização da Bacia do Canal do Mangue

A Bacia do Canal do Mangue está inserida na Macrorregião da Baía de Guanabara, na Área de Planejamento 2 e na Macrozona de Ocupação Incentivada, que são divisões

administrativas do Plano Diretor da cidade do Rio de Janeiro (RIO DE JANEIRO, 2011). Limitada ao norte pela sub-bacia do Canal do Cunha, ao leste e ao sul pela Baía da Guanabara e, finalmente, a oeste pelo o Maciço da Tijuca, tem como principais formadores da sub-bacia os rios: Maracanã, Joana, Trapicheiros, Comprido e Papa Couve. (MIGUEZ, et al, 2015).

A área da bacia tem como principais características os rios de pequena extensão, com grandes declividades em suas cabeceiras, entrando rapidamente em contato com a planície, praticamente, determinando a inexistência de trechos de médio curso. Diversas obras foram realizadas em cursos de planícies para a modificação de seus leitos e margens (COSTA *et al.* 2016). O Maciço da Tijuca se apresenta como uma área de intensa pluviosidade, trazendo à discussão o impacto desta característica no regime fluvial da rede de drenagem da bacia (PMRJ, 2009; COSTA *et al.* 2016).

A Bacia do Canal do Mangue é, portanto, uma área sensível ambientalmente, apresentando dificuldades para o escoamento de suas águas pluviais, onde é possível identificar a vulnerabilidade para a ocorrência de enchentes e áreas de armazenamento das águas (FUNDAÇÃO RIO ÁGUAS, 2010).

2.3 Conceitos hidrológicos e hidráulicos

De acordo com Azevedo (2015), considerando uma bacia hidrográfica como uma porção de terra, onde o escoamento superficial proveniente de qualquer ponto converge para um único ponto final, o exutório, estas águas escoadas são provenientes da precipitação sobre a bacia. Este escoamento é, ainda, influenciado por fatores climatológicos, como o ciclo hidrológico, bem como características da bacia, como, por exemplo, sua área de drenagem, o tipo de solo, presença ou não de cobertura vegetal, geometria, declividades, e velocidade de escoamento.

O escoamento superficial, sendo a água da precipitação que excede a capacidade de armazenamento, é uma das principais variáveis que influenciam no regime hidrológico dos canais fluviais. O conhecimento de suas características é de fundamental importância para análise geoambiental da bacia (SANTOS e LOLLO, 2016; BRIDGE, 2003 e KNIGHTON, 1998).

Entende-se, portanto, que a construção do hidrograma de uma bacia urbanizada será diferente de uma bacia natural, oferecendo, então, uma observação gráfica dos impactos da urbanização na ocorrência de inundações mais acentuadas nas áreas urbanas, como mostra a Figura 3.

Figura 3 - Comparação entre hidrograma de áreas naturais e urbanas

Fonte: PAZ, 2004

A impermeabilização do solo, ocasionada pela malha asfáltica não permite que haja recarga eficiente do solo, o que pode levar à redução do nível do lençol freático e, portanto, do nível de base do rio (POFF *et al.* 2006). A modificação da cobertura do solo, normalmente, modifica sua rugosidade, fazendo com que ocorra aumento ou redução do escoamento superficial em eventos de chuva (SCHNEIDER *et al.* 2011; FARIA, PEDROSA, 2005). Enfim, a urbanização em condições técnicas inadequadas, gera um aumento de magnitude e frequência de

inundações (REZENDE e ARAÚJO, 2015).

2.4 Ocupação desordenada

Em relação às ocupações irregulares, desordenadas, se edificam em terrenos de baixa qualidade geotécnica com topografia não favorável, apresentam graves problemas de saneamento e de movimentação de massa (FURIGO e SILVA, 2004; GEO-RIO, 2016). Todas estas características dificultam e, em muitos casos, inviabilizam projetos urbanos e de infraestrutura necessárias para melhorar a qualidade do espaço urbano consolidado (FURIGO e SILVA, 2004).

A Organização das Nações Unidas (ONU) tem dados acerca dos fenômenos de movimentação de massa, mais conhecidos como deslizamentos, sendo uma das principais causas de prejuízos financeiros e mortes no mundo. Após análise, verificou-se que os acidentes causados por movimentação de massa, no município do Rio de Janeiro, estão ligados diretamente às grandes chuvas. Verifica-se também que uma das áreas mais atingidas é a Sub-Bacia Hidrográfica do Manguê e a Região da Grande Tijuca. Na região da sub-bacia hidrográfica do Manguê se encontram 17 favelas como mostrado no mapa da Figura 4. Em relatório da GEO-RIO (2016) foi possível perceber que a maioria dos desastres, relacionados a problemas com fortes chuvas, desde a metade do século passado, estão concentrados na Bacia do Canal do Manguê, e com foco nas áreas precárias. A ocupação de encostas pelas favelas e a retirada de sua cobertura vegetal acabaram por gerar áreas de risco para deslizamentos.

Figura 4 - Mapa de localização de favelas e aglomerados subnormais na região da sub bacia do canal do Manguê

Fonte: Os autores com base do Google Earth utilizando software QGis.

No Estado do Rio de Janeiro são coletados por dia em torno de 21 mil toneladas de resíduos sólidos (ABRELPE, 2016). Nas favelas, muitas vezes o resíduo é descartado pela rua o que ocasiona espalhamento do lixo por ação animal carregado pela chuva para as redes de drenagem, quando existentes, e conseqüentemente para os rios. Isto gera a obstrução da rede, comprometendo a eficiência hidráulica da tubulação e assoreamento dos corpos hídricos (SCHUELER et al, 2018).

A ocupação dos leitos dos corpos hídricos, com a prévia retirada da mata ciliar, traz como consequência, além de problemas para a proteção contra a erosão de suas margens, a susceptibilidade da população a inundações ocasionais, principalmente devido ao aumento da vazão, pelo aumento do escoamento superficial (LEITE, 2017; TUCCI, 2000).

2.5 Análise e discussão

A área de estudo é vulnerável em relação a drenagem pluvial, desde da época do Brasil colônia. Entretanto, os problemas de drenagem urbana, no início da ocupação, eram menores, mas não inexistentes.

O processo de urbanização, trouxe impacto direto no ciclo hidrológico natural, comprometendo a qualidade de vida da população local, sujeita às vulnerabilidades do meio ambiente decorrentes da erosão e descaracterização dos ecossistemas da bacia trazendo risco para a vida urbana.

Na região da bacia do Canal do Mangue foram realizadas medidas estruturais, mitigadoras dos problemas de drenagem pluvial nesta última década. A construção dos reservatórios de retenção, alguns já em operação, se destacam como importantes medidas mitigadoras implementadas para contribuir com a minimização dos problemas de inundação na grande Tijuca.

Na busca por dimensões mais humanas e ecológicas de enfrentamento do problema, a infraestrutura verde, vem sendo aplicada em cidades da Europa e dos Estados Unidos, bem como nos estados americanos de Oregon, Washington, e na província da Colúmbia Britânica. Diversos autores fundamentam e comprovam através de estudos de casos as diversas tipologias de infraestrutura verde e suas eficiências na diminuição do escoamento superficial (PELLEGRINO, 2014).

Uma das técnicas possíveis de serem implantadas na Bacia do Canal do Mangue, seria o reflorestamento das encostas, hoje ocupadas pela população carente, buscando formalizar caminhos permeáveis entre as edificações, diminuindo a impermeabilização do solo e a aceleração do escoamento superficial nessas áreas. Canteiros pluviais nos pés dos morros, podem ter viabilidade de implantação, não só como elemento filtrante e retardador do destino final do deflúvio, mas também como barreira para o material carreado dos morros. A construção de corredores verdes, com biovaletas nas regiões de cotas baixas da bacia, em ruas mais largas e com histórico de alagamentos também pode ser uma medida avaliada.

3 CONCLUSÕES

Pode-se constatar que a bacia do Canal do Mangue é sensível a problemas de drenagem desde o período colonial, com o agravante da intensa ocupação que se deu de forma desordenada. Mesmo com algumas das medidas estruturais já implementadas a região ainda apresenta problemas de inundação. A infraestrutura verde, de eficiência consolidada, pode apresentar uma solução agregadora mediante estudo da área em questão, para uma possível implantação, como forma de mitigar o problema, proporcionando melhores condições para a população.

REFERÊNCIAS

ABRELPE. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2016**. 13ed. São Paulo, 2016. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4389469/mod_resource/content/1/panorama2016.pdf>. Acesso em: 3 de março de 2019

AZEVEDO, Marina de Abreu. **Integrando Água e Planejamento Urbano** - Um estudo sobre intervenções mitigadoras de enchentes na Grande Tijuca. Rio de Janeiro, RJ, 2015. Trabalho final de graduação do curso de Engenharia Ambiental. Escola Politécnica - Poli/UFRJ.

BRIDGE, J.S. **Rivers and floodplains - forms, processes and sedimentary record**. EdBalkwell Science Ltd, 2003. Bibliografia: p. 491. ISBN 0632064897

COSTA, A. J. S. T., CONCEIÇÃO, R.S., AMANTE, F. O. As enchentes urbanas e o crescimento da cidade do Rio de Janeiro: estudos em direção a uma cartografia das enchentes urbanas. **Geo UERJ**, Rio de Janeiro, 2016. DOI:10.12957/geouerj.2018.256.

FARIA, R.; PEDROSA, A. Impactos da Urbanização na Degradação do solo urbano e sua relação com o incremento de inundações urbanas em Santa Maria da Feira. In: International symposium in land degradation and desertification, 2005. Uberlândia. **Anais... União Geográfica e Comland**. Disponível em: <http://web.letras.up.pt/aspedos/>. Acesso em: 20 abr. 2019.

FUNDAÇÃO GEO-RIO. Os 50 maiores acidentes geológicos-geotécnicos na cidade do Rio de Janeiro entre 1966 e 2016. Rio de Janeiro, 2016.

FURIGO, R. F. R.; SILVA, C. C. A. Avaliação de desempenho e parâmetros para projeto de redes de esgotos em favelas. **Revista Emancipação**, São Paulo, SP, v. 4, n. 1, p.103-128, 2004.

KNIGHTON, D.; ARNOLD, E. **Fluvial forms and process: a new perspective**. Nova York. EdHodderArnold, 1998. Bibliografia: p. 218. ISBN 13: 978-0-340-66313-4

LEITE, M. E. G. F. **Drenagem Urbana Sustentável**: inquietações quanto à trajetória das águas urbanas na região da Praça da Bandeira, RJ. Escola de Engenharia – UFF, Niterói, 2017.

MIGUEZ, M. G.; MAMEDE, B. B.; MORENO, L. D.; SILVA, J. D. S.; FRAGOZO, S. D. (2015). Análise de macrodrenagem em áreas urbanas: soluções e propostas para a sub-bacia do Canal do Mangue. **ResearchGate**, 118-134.

OLIVEIRA, L. H. & SANCHES, C. Educação Ambiental e as Enchentes Urbanas na Área da Grande Tijuca - Praça da Bandeira e Tijuca. Universidade Cândido Mendes – UCAM, Jul. 2003

PAZ, A. R. **Hidrologia Aplicada** – texto básico da disciplina ministrada para o curso de graduação em Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia. UERGS, Setembro de 2004.

PELLEGRINO, Paulo Renato M. **A paisagem como infraestrutura: função e método**. Apresentado ao concurso de títulos da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (FAUUSP). São Paulo: Universidade de São Paulo, 2014.

PEREIRA, J. N. **Estudo da bacia do canal do mangue com análise da tubulação de deságue da microdrenagem da sub-bacia da praça da bandeira no Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, RJ, 2016. Apresentado como trabalho de conclusão de curso, CEFET/RJ – Departamento de Engenharia Civil.

PMRJ - Prefeitura do Município do Rio de Janeiro -Fundação Rio Águas. (2010). **Relatório Técnico sobre a Bacia do Canal do Mangue**. Rio de Janeiro.

PMRJ - Prefeitura do Município do Rio de Janeiro - Fundação Rio Águas, Consórcio Hidrostudio. (2009). **Plano Municipal de Saneamento Básico da cidade do Rio de Janeiro** - manejo de águas pluviais. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.

POFF, N. L.; BLEDSOE, B. P.; CUHACIYAN, C. O. Hydrologic variation with land use across the contiguous United States: Geomorphic and ecological consequences for stream ecosystems. **Revista Geomorphology**, v. 79, n. 2, pp. 264-285, 2006.

REZENDE, G.B.M., ARAÚJO, S. M. S. Análise da taxa de impermeabilização e tempo de concentração nas sub-bacias da área urbana de Barra do Garças – MT, Pontal do

Araguaia – MT e Aragarças – GO. **Revista Verde** (Pombal – PB - Brasil), v.10, nº5 (Especial), pp 27-37, 2015. DOI: 10.18378/rvads.v10i5.3727.

RIO DE JANEIRO (Município). Lei Complementar No 111, de 1 de Fevereiro de 2011. Dispõe sobre a Política Urbana e Ambiental do município, e institui o Plano Diretor de Desenvolvimento Sustentável do Município do Rio de Janeiro. **Diário Oficial do Município**. Rio de Janeiro, RJ. 1 fev. 2011. Disponível em: <<http://www2.rio.rj.gov.br/smu/buscafacil/RelacaoDocumentos.asp?selTipoAto=6&selEsfera=1&txtNumAto=111&txtDataAto=&txtDataAtoFinal=&TipoConsulta=ATO>> Acesso em: 04 ago 2019.

SANTOS, F. M.; LOLLO, J. A. Cartografia digital para estimativa de escoamento superficial visando ao planejamento urbano. **Eng. Sanit. Ambient**, v. 21, n.4, pp. 663-675, 2016. DOI: 10.15930/S1413-41522016130053.

SCHNEIDER, R. M.; FREIRE, R.; COSSICH, E. S.; SOARES, P. F.; FREITAS, F. H.; TAVARES, C. R. G. Estudo da influência do uso e ocupação de solo na qualidade da água de dois córregos da bacia hidrográfica do rio Pirapó. **Acta Scientiarum. Technology**. V. 33, pp 295-303. Maringá. 2011. DOI: 10.4025/actascitechnil.v33i3.8385

SCHUELER, A. S. de; KZURE, H.; RACCA, G. B. Como estão os resíduos urbanos nas favelas cariocas? **Urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, Seropédica, RJ, v. 10, n. 1, p.213-230, abr. 2018. FapUNIFESP (SciELO). DOI: 10.1590/2175-3369.010.001.ao15.

TUCCI, C. (org.) **Hidrologia** – ciência e aplicação. EdUniversidade, ABRH, Porto Alegre. 2000.