

## CAPÍTULO II

### ANÁLISE DAS CAUSAS E SOLUÇÕES PARA ADMINISTRAÇÃO DE INUNDAÇÕES URBANAS NA REGIÃO DA PRAÇA DA BANDEIRA/RJ

*Jefferson Breno Lomenha Pereira*

*Iara da Silva de Almeida*

*Bruno Matos de Farias*

*Rachel Cristina Santos Pires*

#### RESUMO

O mundo está passando por um período histórico onde a maior concentração encontrasse nas grandes áreas urbanas (centros urbanos), o povo brasileiro, por sua vez, tem se concentrado em suas 27 capitais, essa concentração em maior parte ocorre por causa da grande migração populacional, migração esta que tem se acelerado devido a maiores oportunidades de emprego e qualidade de vida nos centros urbanos. Porém essa migração, tem gerado muitas mazelas, entre elas, o crescimento desorganizado das cidades, essa ausência de planejamento afeta diretamente todas as camadas sociais, mais gravemente a mais pobre. Inundações, fenômeno natural, provocadas principalmente por chuvas intensas e contínuas. O fenômeno é frequente e pode ocorrer devido resultado de uma chuva que não foi suficientemente absorvida pelo solo ou de outras formas de escoamento, causando transbordamentos, têm se tornado mais frequentes devido à má ocupação da cidade, a serviços de manutenção ineficientes, mau gerenciamento dos recursos hídricos e a irresponsabilidade da população com o descarte de seu detrito. A região estudada neste artigo, é a região da Praça da Bandeira, na cidade do Rio de Janeiro. Esta cidade possui uma grande concentração de habitantes, possuindo 17,2 milhões de habitantes. A região compõe a Praça da Bandeira, Leopoldina e o entorno do Maracanã, área com grande taxa de ocupação, fluxo de pessoas, foco de constantes e críticas enchentes e para

30 minimizar estes problemas a prefeitura realizou obras de macrodrenagem na região. O objetivo deste artigo é analisar os problemas das constantes inundações na região da praça da Bandeira, identificando as principais circunstâncias causadoras de inundações, dificuldades institucionais presentes, ações tomadas pelo governo para solucionar o problema, análise do plano de ação executado para solucionar o problema e ser um artigo que facilite a compreensão do tema estudado, tendo em vista a enorme quantidade de bibliografias relacionadas ao estudo de inundações em área urbana, a escassez de um material sobre a região estudada, pontuando os principais tópicos sobre o tema.

## 1. INTRODUÇÃO

A população do Brasil tem apresentado grande crescimento ao passar dos anos, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE estimasse que a população do Brasil chegou ao valor de 208,5 milhões de habitantes em julho de 2018, um enorme aumento quando comparamos com o sensu realizado em 2001 onde a população brasileira era estimada em 172,3 milhões de habitantes (RAMOS, 2018).

Conforme levantamento realizado pelo IBGE, todas as 27 capitais juntas abrigam 49,7 milhões de habitantes, o que representa 23,8% da população de todo território do país. O Rio de Janeiro pertence a um grupo dos três estados mais populosos do Brasil possuindo 17,2 milhões de habitantes perdendo apenas para São Paulo com 45,5 milhões de habitantes e Minas Gerais com 21 milhões de habitantes. O próximo sensu populacional do IBGE será realizado em 2019, esperasse um grande aumento populacional, acentuado pelas imigrações ocorridas pela crise política de países vizinhos da América do Sul (RAMOS, 2018).

O crescimento contínuo da população nas grandes metrópoles, simultaneamente com a ausência de planejamento e políticas habitacionais eficazes, tem gerado uma situação preocupante, devido a crescente ocupação de locais consideradas de risco a vida humana, assim aumentando o número de tragédias em regiões de encostas e áreas próximas a grandes volumes de água. Devemos ressaltar que a ocupação indevida de áreas urbanas, ocorre por todas as classes sociais e não somente pela fração da população com menos recurso financeiro (TUCCI, 2002; SOUZA & OTTONI, 2015; RAMOS, 2018).

Este crescimento por vezes ocorre de forma desorganizado e sem planejamento, impactam diretamente nos recursos hídricos, gerando inundações (RAMOS, 2018).

O crescimento desorganizado e por consequência, a ocupação desordenada de áreas urbanas, é um problema recorrente na história das grandes metrópoles, ocorre sobretudo devido à contínua migração para cidades, no qual a população do campo busca melhores oportunidades de emprego, moradia, saúde, etc. Porém este constante crescimento populacional das cidades tem gerado um processo de urbanização sem planejamento, já que falta moradia, o desemprego crescente, e a falta de serviços básicos geram exclusão, forçando assim as pessoas a se concentrarem nas favelas e periferias (TUCI, 1999).

A ocupação sem planejamento de áreas urbanas tem causada diversos impactos sociais e ambientais nas mais diversas metrópoles brasileiras e do mundo a fora, este constante crescimento das favelas e periferias sem o devido planejamento tem ocasionado desmatamentos de encostas, ocupação indevida da faixa de inundação próxima aos rios, a edificação de calçadas e o asfaltamento de ruas tem impedido a água de penetrar no solo e o descarte de materiais diversos nos rios ou proximidades, além de na atualidade a sociedade tem consumido produtos em demasia, com isso extraindo recursos da natureza em uma velocidade e escala bem maior que a possibilidade de reposição natural destes recursos (SOUZA & OTTONI, 2015).

Consequentemente a geração de resíduos aumentou de tal maneira que ultrapassa e muito o volume que a natureza pode os absorver. Estas são as atividades que tem agravado a forma, aumento da frequência e extensão das inundações, além de contribuir para que os rios estejam cada vez poluídos (SOUZA & OTTONI, 2015).

A falta total de planejamento e a adoção de soluções ineficientes que combatem apenas os sintomas e não as causas, influenciam diretamente no agravamento do problema das inundações urbanas. A consequência de todo este descaso se reflete como impactos sociais, econômicos e sanitários, as enchentes causam transtornos à população, podem transmitir doenças de propagação hídrica, causar transtornos a rotina da cidade, danos ao patrimônio público e até morte (TUCCI, 2002; SOUZA & OTTONI, 2015).

O tema estudado tem diversos fatores que colaboram para o agravamento da situação e prejuízo para a população de áreas urbanas, a crescente frequência de inundações, torna-se gradativamente mais importante o estudo e utilização adequado das áreas, visando minimizando-se os impactos.

O método aplicado no diagnóstico da Bacia Hidrográfica aqui estudada atenderá as seguintes etapas:

I. Avaliação das ações estruturais de controle de inundações da Bacia Hidrográfica em estudo.

II. Análise e discussão sobre a problemática das enchentes na bacia estudada.

III. Análise e discussão de autores de artigos sobre o tema analisado.

O presente artigo tem como proposta a identificação das principais causas dos problemas das enchentes numa bacia hidrográfica urbana e suas inter-relações. A localização escolhida para estudo foi a Praça da Bandeira. A região compõe a Praça da Bandeira, Leopoldina e o entorno do Maracanã, área muito urbanizada e foco de constantes e críticas enchentes, gerando situações de calamidade pública. No intuito de minimizar estes problemas, a Prefeitura realizou diversas ações visando de a melhoria da macrodrenagem e micro drenagem da região.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Distribuição de Águas

O Brasil possui uma grande disponibilidade de água, segundo estimativas, em seu território concentrasse 12% de toda água doce superficial do planeta terra, este enorme recurso natural a ser aplicado para o desenvolvimento econômico, para o estímulo à economia, entretanto existe uma distribuição desigual do volume e disponibilidade de recursos hídricos: enquanto um habitante do Amazonas tem acesso a 700.000 m<sup>3</sup>/hab./ano de água disponíveis, um habitante da área metropolitana do estado de São Paulo tem acesso a 280 m<sup>3</sup>/hab./ano de água disponíveis e enquanto um habitante da metrópole do estado do rio de janeiro tem 1.278,8 m<sup>3</sup>/hab./ano de água (MACHADO, 2015).

Essa disparidade traz inúmeros problemas econômicos e sociais, especialmente levando-se em conta a disponibilidade/demanda e saúde humana nas regiões de periferia das grandes regiões metropolitanas do Brasil: esse é um enorme problema ambiental do início de século XXI no Brasil. Portanto, saneamento básico, tratamento de efluentes (esgoto), recuperação de infraestrutura e de mananciais são prioridades fundamentais no Brasil (MACHADO, 2015).

O Estado do Rio de Janeiro está inteiramente inserido na Região Hidrográfica (RH) Atlântico Sudeste, cuja disponibilidade hídrica representa apenas 1,25% do total nacional, não possui uma situação que consiga ser caracterizada como confortável a longo prazo, sobretudo se comparada a outros estados da federação (MACHADO, 2015).

A distribuição populacional e as projeções de incremento das diver-

sas demandas setoriais, incluindo aquela decorrente do aumento da população, devem ser consideradas como fatores de pressão sobre o recurso hídrico disponível (MACHADO, 2015).

## 2.2 Urbanização Mundial

O desenvolvimento da formação de cidades tem ocorrido já em tempos da Idade da pedra. Neste período elas sempre estiveram relacionadas a áreas rurais (campo), pois precisavam dos bens produzidos desta para a sobrevivência da espécie. O crescimento constante dos habitantes do planeta acarreta um aumento na demanda de bens e serviços e de vários outros requisitos essenciais à sua sobrevivência (TUCCI, 1999; SOUZA & OTTONI, 2015).

Urbanização é a expansão de cidades, bem como em população e extensão de seu território. É o processo onde o espaço rural se transforma em espaço urbano. Desse modo, cidade é todo aglomerado urbano que envolvendo características culturais, econômicas e sociais em um mesmo meio. O desenvolvimento urbano só se intensificou mesmo, a partir do século XVIII durante a revolução francesa e posteriormente a revolução industrial, fazendo assim, o campo a passar a ser dependente da cidade, pois nas cidades que vão sair as ordens que influenciarão todo o território municipal (TUCCI, 1999; SOUZA & OTTONI, 2015).

O processo de urbanização do período de desenvolvimento industrial ocorreu graças às condições de estrutura disponíveis no território das cidades, dentre as quais é possível destacara industrialização e o êxodo rural resultante desse processo. Êxodo rural é um fenômeno característico de países desenvolvidos e refere-se ao movimento de migração de habitantes do campo – geralmente consideradas de menor sustentabilidade - para outras regiões, em busca de melhores condições de vida. No caso específico do processo de urbanização, a motivação para o êxodo rural acelerado e intenso está relacionada à industrialização na medida em que esta proporciona uma modernização das relações de trabalho no campo, culminando na substituição da mão-de-obra do homem pela máquina. A consequência foi a migração e concentração da população rural nas metrópoles, locais onde existiam melhores condições de sustentabilidade. É importante destacar, no entanto, que as cidades apresentam dificuldades em absorver esse contingente migratório massivo, o que resulta no surgimento de habitações irregulares e de pouca ou nenhuma infraestrutura, como é o caso das favelas. Podemos, assim, afirmar que a industrialização aumenta a velocidade da urbanização da sociedade (TUCCI, 1999; SOUZA & OTTONI, 2015).

No que tange ao aspecto territorial contemporâneo, o espaço rural apresenta maior amplitude em relação ao urbano. Isso se deve ao fato de que, no campo, as atividades desenvolvidas – como a agropecuária (espaço agrário), o extrativismo mineral e vegetal, além da delimitação de áreas de preservação ambiental e florestas em geral – exigem grandes extensões de terra. Apesar disso, sob uma ótica populacional e de produtividade econômica capitalista, o espaço urbano se sobrepõe ao campo (TUCCI, 1999; SOUZA & OTTONI, 2015).

### 2.2.1 Urbanização no território brasileiro

A população de áreas urbana do Brasil tem crescido consideravelmente. Nas últimas décadas, a taxa de migração de pessoas do campo para as cidades tem aumentado, este processo se acelerou após a década de 1960. A população que reside em áreas urbanas no Brasil é de 76% em proporção ao campo. Este desenvolvimento concentrou-se mais em áreas metropolitanas e cidade que são polos regionais (TUCCI, 1999).

Devido a aceleração deste processo, alguns efeitos nocivos fazem-se sentir em toda estrutura urbana relativa a recursos hídricos, desde o fornecimento de água, passando pelo tratamento de efluentes (esgoto) e escoamento de águas pluviais (SOUZA & OTTONI, 2015).

O antigo planejamento de ocupação da área urbana no Brasil, não considerava as particularidades da drenagem urbana, que ocasionam grandes infortúnios e despesas para a sociedade (devido a crescente ocorrência de inundações e outros efeitos) (SOUZA & OTTONI, 2015).

### 2.2.2 Urbanização da cidade do Rio de Janeiro

A Cidade de São Sebastião do Rio de Janeiro foi fundada no dia 1º de Março de 1565, o objetivo de sua fundação foi expulsar os franceses da região da Baía de Guanabara, onde eles já habitavam a mais de 10 anos. Antes do século XIX, a cidade do Rio de Janeiro era bastante densa e heterogênea, tendo em vistas as necessidades da época, como defesa, a falta de transportes coletivos e a grande quantidade de escravos (a maior parcela da população). (MICELI, 2011; SOUZA & FRUTUOZO, 2018; MOREIRA, 2013; ABREU, 1988)

Desde o ano de 1870, a cidade enfrenta uma crise habitacional, causada por uma grande concentração populacional no seu centro, devido a este

crescimento populacional descontrolado, as áreas de subúrbio começaram a ser ocupadas no século XIX, inicialmente tiveram áreas loteadas por empreendedores ao longo da linha férrea. A separação dos usos e classes sociais iniciou-se a partir da implementação do transporte coletivo: o bonde por animais (1859) e o trem a vapor (1870). A cidade neste período de tempo, podia ser dividida em três partes: o núcleo, onde predominavam as atividades não residenciais e os cortiços, os bairros da zona sul, sendo ocupados pela classe rica e nobre e os subúrbios da zona norte, ocupado por indústrias, pobres, etc. A partir de 1850, a imigração portuguesa tomou caráter quase que exclusivamente urbano e, ao contrário de alemães e italianos que vinham para trabalhar na agricultura, os portugueses ocupavam com maior frequência áreas urbanas. (MICELI, 2011; SOUZA & FRUTUOZO, 2018; MOREIRA, 2013; ABREU, 1988)

Em 1902, ao assumir a prefeitura da cidade do Rio de Janeiro, Pereira Passos se via diante de diversos problemas urbanos que necessitavam de intervenção, de um lado o centro da cidade que estava superpopuloso, alocado em uma estrutura de formato coloniais, sofria com diversas epidemias de doenças e necessitava de uma urgente intervenção urbanística. De outro, a expansão da cidade em direção aos subúrbios, em expansão, que vinha ocorrendo desde o século XIX, demandava esforços para a promoção de melhores condições de vida aos moradores. Visando o saneamento, embelezamento e modernização da cidade, com maior foco no o centro da cidade do Rio de Janeiro, vitrine do Brasil para o mundo. As reformas empreendidas nas áreas centrais, ainda que, não tenham sido diretamente responsáveis pela ocupação das áreas suburbanas, agravou esta situação. A política de demolições expulsou milhares de pessoas das áreas de centrais que seguiram para morros e áreas periféricas, contribuindo para o adensamento populacional de muitos bairros. (MICELI, 2011; SOUZA & FRUTUOZO, 2018; MOREIRA, 2013; ABREU, 1988)

No auge da industrialização, entre as décadas de 1960 e 1980, a região sudeste começou a receber grande quantidade de pessoas que migravam de outras regiões, sobretudo nordestinos, em busca de melhores condições de vida e trabalho. Com a melhoria estrutural de outras regiões do país, e os problemas resultantes da superpopulação nas grandes cidades, a migração nordestina diminuiu consideravelmente. Embora Rio de Janeiro e São Paulo continuem sendo importantes polos de atração. (MICELI, 2011; SOUZA & FRUTUOZO, 2018; MOREIRA, 2013; ABREU, 1988)

Entre os anos de 1881 e 1991, mais de 1,5 milhão de imigrantes de Portugal vieram para o Brasil. (MICELI, 2011; SOUZA & FRUTUOZO, 2018; MOREIRA, 2013; ABREU, 1988)

É um fenômeno social e geográfico que ocorre em consequência da forma desordenada que os seres humanos ocupam uma determinada área ou lugar, de maneira que não ocorreu planejamento prévio para a realização da ocupação, este tipo de ocupação pode ocasionar consequências ao ambiente e os próprios ocupantes da região, a longo ou médio a prazo (SOUZA & OTTONI, 2015).

Esse crescimento descontrolado/migração da população em um período de pouco tempo, teve como principal consequência a ocupação de áreas urbanas de forma desorganizada, áreas estas que receberam um enorme número de moradores sem estarem previamente preparadas. A falta de um planejamento para o constante crescimento populacional nos centros urbanos faz com que não exista locais previamente adequados para a população, sem a existência de lugares para se alocarem, a população passa a ocupar locais considerados inapropriados para a vida humana, como, planícies fluviais (margens de córregos e rios), encostas, morros e regiões mais periféricas. Desse modo, as ocupações desordenadas, ocasionam, o surgimento de favelas (ocupação em área de encostas e morros), a ocupação das planícies fluviais (área localizadas a margens de córregos e rios) e de outros assentamentos irregulares, tais como loteamentos clandestinos e áreas de risco (SOUZA & OTTONI, 2015).

Ainda existem diversos outros problemas ambientais ocasionados pela urbanização como a impermeabilização do solo (impedindo a absorção de água pelo solo), poluição visual, poluição sonora, alterações climáticas (devido a poluição), ausência de saneamento (devido a forma que foram ocupados diversas áreas da cidade), falta adequada de destinação e tratamento dos resíduos sólidos, efeito estufa, entre outros (SOUZA & OTTONI, 2015).

### 2.3 Características de Inundações

Para melhor entendimento e caracterização sobre inundações e o risco associado ao mal escoamento de água é necessário o entendimento de alguns termos relacionados ao tema (TUCCI, 1999; SOUZA & OTTONI, 2015).

Enxurrada é uma enorme parcela de água que não foi absorvida pelo solo já saturado ou outras por formas de escoamento, que corre com violên-



cia, ela pode ser resultada de chuvas, abundantes; águas selvagens, água ou enxurro (TUCCI, 1999; SOUZA & OTTONI, 2015).

Enchentes são grande abundância de água que não ultrapassam a cota máxima do canal, assim não caracterizando um extravasamento, devido a excesso de chuvas, subida de maré etc. (TUCCI, 1999; SOUZA & OTTONI, 2015).

Inundação ou cheia é um processo de risco natural, é entendida como um processo periódico de extravasamento de um curso de água cujo transbordamento atinge a planície de inundação ou a área de várzea (leitos maiores dos rios) que é agravada em áreas urbanas devido a ocupação irregular de áreas próximas aos rios (áreas de várzeas), são provados por uma interação de fatores, meteorológicos/atmosférica (tempestades repentinas, chuvas contínuas, intermitentes), hidrológicos (infiltração no solo, escoamento superficial seguindo a topografia, porosidade, saturação) e infraestrutura urbana (forma de uso e ocupação do solo, como urbanização ou impermeabilização do solo) (TUCCI, 1999; SOUZA & OTTONI, 2015).

Alagamento é um sinônimo de inundação em áreas urbanas é usado pois nestes casos estão geralmente associados à deficiência do sistema de drenagem urbano (TUCCI, 1999; SOUZA & OTTONI, 2015).

### 2.3.1 Principais causas de Inundações

Enchentes são processos naturais onde o rio preenche seu leito maior, devido a chuvas fortes. Este tipo de enchente, ocorre nas grades bacias com vazão superior a 500 km<sup>2</sup>, sendo um processo natural do ciclo hidrológico. O impacto causado sobre a população ocorre por causa de ocupações irregulares de áreas de risco, pois a sequência de anos sem que se tenha sucedido enchentes, se torna razão suficiente para empresários lotearem áreas inadequadas ou da ocupação de regiões ribeirinhas, pela população carente (baixa renda). (TUCCI, 1999).

O desenvolvimento urbano altera a cobertura vegetal do solo (a removendo), devido a substituição da cobertura natural por uma cobertura impermeável, ocorre um encolhimento da evapotranspiração (perda de água de uma comunidade ou ecossistema para a atmosfera, causada pela evaporação a partir do solo e pela transpiração das plantas), dado que a superfície urbana não retém água como a cobertura vegetal, ocorre um acréscimo da vazão máxima, devido ao crescimento da capacidade de escoamento por causa de pavimentos impermeáveis impedem a infiltração de água no solo; com a redução da infiltração, o nível do lençol freático tende a diminuir

devido a inexistência de alimentação (principalmente quando a área urbana é muito extensa), reduzindo o escoamento subterrâneo (TUCCI, 1999).

O volume de água que deixa de infiltrar fica na superfície, provocando um aumento no escoamento pluvial, através de conduto e canais, assim o escoamento superficial, tornando-o mais rápido, diminuindo assim o tempo de deslocamento da água. Desta forma as vazões máximas também aumentam (TUCCI, 1999).

O Aumento da produção de material sólido (sedimento e resíduos sólidos (lixo) e a ligações clandestinas de esgoto tem causado a perda de qualidade de água, já que parte desse material é transportado para dentro dos rios causando contaminação dos aquíferos (grupo de formações geológicas que pode manter água subterrânea. São formadas por rochas permeáveis e porosas, aptas a conversar e ceder água) (TUCCI, 1999).

Conforme o crescimento sem controle dos centros urbanos vem ocorrendo, sua infraestrutura é implantada de forma desorganizada, criando diversas barreiras para o escoamento de água, como pontes e taludes que obstruem o escoamento, ainda podendo ocorrer a diminuição da seção do escoamento devido a aterros ou por obstrução de rios, condutos e canais devido à lixo, sedimento ou obras de drenagem feitas inadequadamente (TUCCI, 1999).

## 2.4 Poluição Hídrica

Conhecida como poluição das águas, é caracterizada pela introdução de qualquer tipo de matéria, responsável por alterar as propriedades químicas ou físicas de uma molécula de água. Os principais responsáveis por causar desta forma de poluição é o lançamento de matérias provenientes de industriais, esgotos comerciais e domésticos, além de diversos outros resíduos sólidos. Os prejuízos causados por esses lançamentos são terríveis, vão desde crise no fornecimento de água da região, morte de espécies aquáticas, além do crescimento de diversas doenças (SOUZA & OTTONI, 2015).

Quanto maiores e mais desordenadas for uma cidade, menor será o acesso ao saneamento básico à toda população, o que por sua vez contribui para difusão da poluição das águas e proliferação de diversas doenças (SOUZA & OTTONI, 2015).

## 2.5 Drenagem Urbana

O aumento significativo da população e a expansão irregular dos centros urbanos tem produzido impactos significativos na infraestrutura de recursos hídricos. A drenagem é o gerenciamento da água da chuva que escoam no meio urbano com o objetivo de minimizar os riscos de inundações possibilitando um desenvolvimento urbano, sua função principal é coletar os escoamentos superficiais provenientes dos eventos pluviométricos e conduzir até o destino final (SOUZA & OTTONI, 2015).

## 2.6 Controle de Enchentes

Segundo Souza & Ottoni (2015), o controle de enchentes são medidas de correção e prevenção que visam minimizar os danos das inundações, é a gestão sustentável das bacias hidrográficas, podendo ser classificado em:

Medidas estruturais, que correspondem às obras que podem ser implantadas visando a correção e/ou prevenção dos problemas decorrentes de enchentes.

Medidas não estruturais, aquelas em que se procura reduzir os danos ou as consequências das inundações, não por meio de obras, mas pela introdução de normas, regulamentos e programas que visem, por exemplo, a conscientização da população para a manutenção dos dispositivos de drenagem.

## 2.7 Plano Municipal de Saneamento Básico da cidade do Rio de Janeiro e a Legislação

A constituição da República Federativa do Brasil de 5 de outubro de 1988, “assegurar o exercício dos direitos sociais e individuais, a liberdade, a segurança, o bem-estar, o desenvolvimento, a igualdade e a justiça como valores supremos de uma sociedade fraterna, pluralista e sem preconceitos” sendo assim, é de responsabilidade, entre outras diversas atribuições, da união instituir diretrizes para o desenvolvimento de áreas urbanas, inclusive habitação, saneamento básico e transportes urbanos”; “da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios: “promover programas de construção de moradias e a melhoria das condições habitacionais e de saneamento básico”; e do sistema único de saúde: “participar da formulação da política e da execução das ações de saneamento básico” (BRASIL, 1988).

O presente Plano Municipal de Saneamento Básico da cidade do rio de janeiro foi baseado e adaptado do Plano Diretor de Manejo de Águas Pluviais

da cidade do Rio de Janeiro, elaborado pela Fundação Rio-Águas e Consórcio Hidrostudio - FCTH (Hidrostudio Engenharia Ltda – Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica).

O Plano Municipal de Saneamento Básico – Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas tem como objetivo é a gestão correta e sustentável das águas pluviais da região do Rio de Janeiro, para assim ter um controle das enchentes na cidade e assegurando condições de vida de qualidade e melhoria na saúde pública, a segurança da vida e do patrimônio público e privado, evitando prejuízos ao patrimônio público e privado, assim como estabelece a lei nº 11.445 de 05 de janeiro de 2007. (PSMB, 2016)

A lei nº 11.445 de 05/01/2017, estabelece as diretrizes em âmbito nacional para políticas de saneamento básico e as diretrizes relacionadas ao saneamento básico, ela foi um marco regulatório para o setor de saneamento básico, já que ela prevê que todo serviço prestado para o setor de saneamento básico, seja Esgotamento Sanitário, Limpeza Urbana, Manejo de Resíduos Sólidos ou fornecimento de Água sejam prestados visando a proteção do meio ambiente e da Saúde pública. Assim criando mecanismos e procedimentos que garantem acesso a informação, participação nos processos de formulação e planejamento a sociedade, além de avaliação de serviços públicos relacionados ao saneamento básico. Também atribuindo ao COMPUR, a participação na criação, planejamento e avaliação da política de Saneamento Básico, em todas as modalidades. O Decreto Nº 39679 DE 22/12/2014, especifica e atualiza as atribuições do COMPUR. Em 29 de Junho de 2015, o Plano Municipal de Saneamento Básico na modalidade drenagem e manejo de águas pluviais recebeu a Moção de Aprovação pelo COMPUR.

A Lei nº 12.305 de 02/08/2010, que estabeleceu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que contém instruções de combate aos problemas ambientais, econômicos e sociais que venham a ocorrer do manejo inadequado de resíduos sólidos. Entre eles podemos citar a redução na geração de resíduos e o incentivo a prática da reciclagem. Concebeu a responsabilidade ambiental compartilhada e a Logística reversa, além de instalar métodos para a eliminação de vazadouros ao ar livre.

### 3. REGIÃO DA PRAÇA DA BANDEIRA

A macrorregião da Baía de Guanabara possui extensão de 504,2 km<sup>2</sup>, é uma região densamente urbanizada e industrial, bairros residenciais como Tijuca e Botafogo fazem parte desta região (SOUZA & OTTONI,

2015; PMSB, 2015).

O crescimento urbano impactou muito a rede de drenagem natural da região, já que diversas obras que realizaram o aterro, canalização e desvio do curso originais de rios foram realizados (SOUZA & OTTONI, 2015; PMSB, 2015).

Os rios desta macrorregião rios que deságuam na Baía de Guanabara sujeitam-se aos efeitos das marés que provocam o refluxo na foz, dificultando o seu extravasamento (SOUZA & OTTONI, 2015; PMSB, 2015).

A bacia do Canal do Mangue tem área de drenagem de 45,4 km<sup>2</sup>, localizando-se entre o norte da sub-bacia do Canal do Cunha; a Leste a Baía da Guanabara e a sub-bacia do Centro; ao sul e oeste o maciço da Tijuca. Sendo ela que drena os bairros: Tijuca, Grajaú, Vila Isabel, São Cristovão, Rio Comprido, Maracanã, Santo Cristo e Cidade Nova (SOUZA & OTTONI, 2015; PMSB, 2015).

Os principais cursos Rios desta bacia hidrográfica são os rios Maracanã, Joana, Trapicheiros, Comprido e Papa-Couve, os quais têm suas nascentes no Maciço da Tijuca ou na Serra do Engenho Novo e afluem para o canal do Mangue que, por sua vez, deságua na Baía de Guanabara (SOUZA & OTTONI, 2015; PMSB, 2015).

O relevo da bacia do Canal do Mangue apresenta acentuados desníveis nas regiões oeste e sudoeste, onde está localizado o maciço da Tijuca (SOUZA & OTTONI, 2015; PMSB, 2015).

As altitudes máximas estão em torno de 820 metros, possui uma grande parte de sua área coberta por matas densas e vegetação, além de possuir uma área fortemente urbanizada com o maior número de favelas da bacia localizada nessa região. Essa configuração topográfica dificulta o escoamento nos canais de macrodrenagem. Outra característica do relevo da bacia do Mangue é a ocorrência de maciços de baixa altitude e morros isolados nas baixadas, observando-se formas bastante peculiares, a maioria constituída de morros com vertentes convexas, suaves e topos arredondados (SOUZA & OTTONI, 2015; PMSB, 2015).

O Canal do Mangue tem seu ponto inicial na Avenida Presidente Vargas, próximo à Rua Marquês de Sapucaí. Ele percorre uma extensão de 1.400 m e realiza uma acentuada curva de 90°, mudando sua direção para à Baía de Guanabara, onde deságua. Percorre uma extensão de 2.800 km, recebendo como afluentes os rios Papa-couve, Comprido e Maracanã, além do extravasador do rio Trapicheiros e inúmeras galerias (SOUZA & OTTONI, 2015; PMSB, 2015).

A Praça da Bandeira recebe contribuição de diversos rios, fazendo

assim que a vazão de água que passa na região ser bastante elevado, contribuindo para que ocorra inundações, os rios que impactam diretamente na região são:

#### 1- Rio Maracanã

Sua nascente localiza-se junto à Pedra do Conde, na Floresta da Tijuca, com elevação 730 m. Possui extensão de 8,5 km, até sua foz no canal do Mangue. Ele possui inúmeros afluentes até a região da Usina (SOUZA & OTTONI, 2015; PMSB, 2015).

#### 2- Rio Trapicheiros

Sua nascente localiza-se próxima ao Alto do Sumaré, na Floresta da Tijuca, com elevação aproximada 300 m. Tem extensão de 5,9 km até sua foz no rio Maracanã. Em virtude da construção de um extravasor na foz do rio Trapicheiro a vazão é atualmente dividida entre o rio Maracanã e o canal do Mangue (SOUZA & OTTONI, 2015; PMSB, 2015).

#### 3- Rio Joana

Sua nascente fica localizada junto ao Pico do Andaraí, na Floresta do Grajaú, com elevação de 600 m, ele é formado pelos rios Perdido e Jacó. Tem extensão total de 8,0 km até sua foz, no rio Maracanã (SOUZA & OTTONI, 2015).

Os rios da Bacia Hidrográfica da Praça da Bandeira nascem em áreas preservadas com a existência de florestas na parte superior (SOUZA & OTTONI, 2015; PMSB, 2015).

#### 4- Reservatório (piscinão) da Praça da Bandeira

O reservatório foi construído com o intuito de amenizar os problemas das enchentes na região, foi inaugurado no dia 29/12/2013. Ele possui 20 metros de profundidade e 35 metros de diâmetro, sua capacidade é de 18 milhões de litros. As águas das chuvas são direcionadas para três aberturas no reservatório. Conforme ele vai enchendo, gradativamente as águas da chuva vão sendo liberadas conforme o nível do rio Trapicheiros desce, logo é um controle realizado através do nível do rio/mares. (G1; 2013)

### 3.1. Análise da Bacia

A região sofre muito com enchentes, uma das causas é o Canal do Mangue, atual corpo receptor das águas da Bacia Hidrográfica, ainda pode sofrer, durante o período de maré de sizígia, efeito de obstrução hídrica fluvial durante uma chuva intensa. A Bacia Hidrográfica da Praça da Bandeira, tem como seu corpo receptor de águas o canal do mangue, o Canal nasceu

com o aterramento de áreas da Baía de Guanabara para a construção do porto, o que ocasionou o desaparecimento de diversas ilhas e o estreitamento da foz dos rios da bacia (SOUZA & OTTONI, 2015; PMSB, 2015).

Um dos principais fatores causadores de enchentes na região da Praça da Bandeira, tem origem no processo utilizado para a urbanização da cidade do Rio de Janeiro, com o aterramento de diversas áreas sujeitas a inundações frequentes, como várzeas, manguezais e pântanos (SOUZA & OTTONI, 2015; PMSB, 2015).

Chuvas intensas, processo pluviométrico natural do clima da cidade, ocasionando causam o transbordamento dos rios da região (SOUZA & OTTONI, 2015; PMSB, 2015).

No entanto, há uma crescente ocupação irregular (favela) do solo nas encostas, propiciando o desmatamento, no período de chuvas intensas há um incremento do escoamento superficial das encostas, sendo o lixo e o esgoto produzido na comunidade escoados para as calhas dos rios, aumentando o assoreamento fluvial e as vazões nas partes baixas da bacia drenante, contribuindo para que ocorro inundações na área.

O lançamento de esgoto in natura nas calhas dos rios aumenta a vazão nas partes baixas da bacia, podendo ainda disseminar doenças de veiculação hídrica, gerando um problema de saúde pública (SOUZA & OTTONI, 2015; PMSB, 2015).

Ainda existem diversos pontos de restrições aos escoamentos nas calhas fluviais, observadas ao longo de toda a bacia, tais como: componentes de sustentação de pontes (pilares), assoreamento por lixo ou resíduos e etc. Nos trechos onde o escoamento se dá sob arruamento, há probabilidade de formação de bolsões de ar, restringindo o escoamento pleno e ocasionando o transbordamento do rio (SOUZA & OTTONI, 2015; PMSB, 2015).

### **3.2 Análise das medidas tomadas para o controle de enchentes na praça da Bandeira**

Segundo a Prefeitura da cidade do Rio de Janeiro, para minimizar a frequência e o impacto das enchentes na região da Praça da Bandeira, iniciou uma série de obras de macrodrenagem nas bacias e sub-bacias drenantes (PREFEITURA DO RIO, 2018; SOUZA & OTTONI, 2015).

O projeto realizou desvio de parte da vazão do rio Maracanã para o rio Joana (o desvio possui uma extensão de 3.412 metros, sendo 2.400 metros de túnel e 1.012 metros de galeria), considerado fator fundamental

para a solução dos históricos alagamentos da região, assim será necessário realizar um reforço da galeria do rio Joana, aumentando a sua seção (ainda sendo realizado), chegando até a praça, entre o Maracanã e a UERJ. O curso do Rio Joana será desviado de seu trajeto atual e percorrerá um longo túnel sob os morros de São Cristóvão e da Rua Fonseca Teles. Atravessando o túnel, o rio Joana seguirá em galeria fechada, sob a Rua São Cristóvão, até desaguar na Baía de Guanabara (PREFEITURA DO RIO, 2018; SOUZA & OTTONI, 2015).

As intervenções incluem também a construção de um reservatório de grande porte (piscinão), estes foram projetados para acumular águas de chuva (18 milhões de litros), retardando o trajeto da água para as regiões mais baixas, assim impedindo o alagamento destas áreas, com a diminuição da força da chuva, os reservatórios vão se esvaziando de acordo com a vazão real da rede de drenagem (PREFEITURA DO RIO, 2018; SOUZA & OTTONI, 2015).

Com estas obras a prefeitura da cidade do rio de janeiro, pretende evitar o transbordamento dos rios Maracanã, Trapicheiros, Comprido e do próprio Joana, que atravessam a região da Grande Tijuca (PREFEITURA DO RIO, 2018; SOUZA & OTTONI, 2015).

### 3.3 Medidas estruturais e não estruturais

A seguir, são apresentadas algumas medidas relevantes para prevenir e combater as inundações da região, Segundo Souza & Ottoni (2015):

1. A Recuperação de áreas de retenção natural de chuva.
2. Replantio e recuperação da vegetação das encostas.
3. Monitoramento permanente da ocupação das encostas e mapeamento atualizado das zonas críticas de risco de deslizamentos.
4. Implantação de uma nova rede de esgotos sanitários ao longo da região,
5. Criação de um programa de reciclagem do lixo e coleta seletiva na região das favelas.
6. Criação de programas sociais para capacitação/educação ambiental da população carente local.
7. Construção de médios e pequenos reservatórios de cheias nos trechos superior e médio dos rios da região, visando reter volume considerável de água de chuva,



8. Maior frequência da execução da desobstrução e Limpeza das calhas dos leitos dos rios e dos canais de drenagem.

9. Incentivo ao uso de pavimento permeável.

#### 4. CONCLUSÃO

O desenvolvimento urbano, ao longo de sua história foi realizado sem o devido planejamento adequado, a alocação do grande número de pessoas que migram para os centros urbanos, impactou diretamente na forma que as que as cidades desenvolveram. Desenvolvimento este não pode ser realizado com a destruição do ambiente como vem acontecendo (especialmente no Brasil). Essa falta de planejamento causa danos diretos a qualidade de vida, saúde, danos ao patrimônio, etc. da população

Mesmo com todas as obras realizadas na região, ainda se faz necessário um maior investimento na capacitação e propagação do conhecimento sobre os recursos hídricos e drenagem urbana, pois a população em geral está muito mal informada sobre as causas e consequências de negligências. Logo educar a população para que não ocorra lançamento de detritos ou ocupação de encostas e leito de rios é fundamental, pois além de prevenir inundações, impede que os problemas sociais e ambientais, tais como, desmatamento, deslizamento de encostas, falta de saneamento básico disseminação de doenças de veiculação hídrica se agravam. Estas pequenas medidas contribuem muito para a prevenção de inundações.

Por se tratar de uma área fortemente urbanizada, mais áreas verdes fazem-se necessárias para se criar uma retenção natural das águas de chuvas, para diminuir o fluxo de águas que é direcionado para a rede de drenagem da região, já que a Impermeabilização do solo aumenta o escoamento superficial, gerando um forte fluxo de água para a rede de drenagem, aumentando as chances de ocorrer inundações

Melhoria na coleta de esgoto sanitário ao longo da Bacia Hidrográfica da Praça da Bandeira, visando o não lançamento de esgotos no leito dos rios e a gradual despoluição das águas fluviais e a criação de um programa de coleta seletiva e de reciclagem do lixo nas favelas da região, acoplado a um programa de capacitação/educação ambiental para a população carente local, trarão melhorias a qualidade de vida, assim indiretamente trarão benefícios socioeconômicos para pessoas que moram na região e assim como diminuindo o assoreamento do leito do rio.

Ainda estão sendo realizadas obras para a correção de perdas da car-

ga de escoamento, podemos citar o alargamento da calha do rio, que irá contribuir para que material não se prenda a obstáculos presentes no rio (pilar de ponte, curvas acentuadas do leito dos rios, e trechos onde o escoamento está sob o arruamento), prevenindo que ocorra elevação do nível de água e o transbordo do rio.

A construção do reservatório, visando reter volume considerável de água de chuva, está funcionando como uma pequena barragem, controlando para que não ocorra o transbordamento, reduzindo a vazão de escoamento, da região da Praça da Bandeira e arredores contribui e muito para o fim das constantes inundações da região, que por muitas vezes trouxeram sofrimento a população local.

O serviço preventivo realizado pela Rio Águas, como a Limpeza e desobstrução das calhas dos leitos dos rios e dos canais de drenagem, além da manutenção do sistema de drenagem pluvial contribui muito para que não ocorram mais inundações na região.

Por falta de uma bibliografia ou estudo mais aprofundado em relação a melhoria provocado pela obra de macro e microdrenagem que foi realizada na região, não é possível afirmar com a precisão necessária que a obra foi um sucesso completo, porem, por falta de reportagens sobre inundações na área e relato de pessoas que transitam pela região, que diariamente trafegam pela região, é possível afirmar que a obra minimizou o problema de inundações frequentes que ocorriam na região.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, M. de. A Evolução Urbana do Rio de Janeiro 4<sup>o</sup>ED. ed. Instituto Pereira Passos , 2013.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 5 out. 1988, 1988. [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm). Acesso em 11 de dezembro de 2019.

G1 RIO. Piscinão da Praça da Bandeira é inaugurado no Rio. G1. 2013. Disponível em: <http://g1.globo.com/rio-de-janeiro/noticia/2013/12/piscinao-da-praca-da-bandeira-e-inaugurado-no-rio.html>. Acesso em 11 de dezembro de 2019

MACHADO, T. Instituto Estadual do Ambiente (INEA). Revista INEA. Dezembro, 2015. Disponível em: [http://www.inea.rj.gov.br/cs/groups/public/@inter\\_vpres\\_geiat/documents/document/zwew/mte4/~edisp/inea0118222.pdf](http://www.inea.rj.gov.br/cs/groups/public/@inter_vpres_geiat/documents/document/zwew/mte4/~edisp/inea0118222.pdf). Acesso em 14 de maio de 2019.

MICELI, B. S. O desenvolvimento do espaço urbano do Rio de Janeiro: principais observações a partir do Paço da Cidade. Disponível em: [https://www.ufmg.br/rededemuseus/crch/simposio/MICELI\\_BRUNA\\_S.pdf](https://www.ufmg.br/rededemuseus/crch/simposio/MICELI_BRUNA_S.pdf). Acesso em 11 de dezembro de 2019.

MOREIRA, L. V. S. Cidade e subúrbios no Rio de Janeiro do início do século XX: ordenamento e progresso para o morador suburbano. 2013. Disponível em: [http://www.snh2013.anpuh.org/resources/anais/27/1389207142\\_ARQUIVO\\_Luciana\\_Veronica.pdf](http://www.snh2013.anpuh.org/resources/anais/27/1389207142_ARQUIVO_Luciana_Veronica.pdf). Acesso em 11 de dezembro de 2019.

PREFEITURA DO RIO. Controle de Enchentes na Grande Tijuca: Obra de Desvio do Rio Joana chega à Mangueira, 2018. Disponível em: <http://prefeitura.rio/web/rio-aguas/exibeconteudo?id=8301111>. Acessado em 18 de maio de 2019.

PMSB - SECRETARIA DE ESTADO DO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE. Plano municipal de Saneamento Básico da Cidade do Rio de Janeiro. 2016. Disponível em: [http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/4282910/4152311/PMSB\\_DRENAGEMEMANEJODEAGUASPLUVIAIS.pdf](http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/4282910/4152311/PMSB_DRENAGEMEMANEJODEAGUASPLUVIAIS.pdf). Acesso em 03 de abril de 2019.

RAMOS, R. L. O. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística: População Residente Segundo as Unidades da Federação e Municípios. 2018. Disponível em: <http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=29/08/2018&jornal=515&pagina=55&totalArquivos=134>. Acesso em 09 de abril de 2019.

SOUZA, T. M. K., OTTONI, B. A. Análise Crítica das causas e soluções sustentáveis para o controle de enchentes urbanas: O Caso Prático da Bacia Hidrográfica da Praça da Bandeira (Estudo de Caso). 2015. Disponível em: <http://rhama.com.br/blog/wp-content/uploads/2017/01/GEREN02.pdf>. Acesso em 15 de março de 2019.

SOUZA, J., FRUTUOZO, J. V. de P. Rio de Janeiro: considerações sobre os processos de expansão urbana e interiorização do crescimento (1980-2010). 2018. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/urbe/v10n1/2175-3369-urbe-10-1-124.pdf>. Acesso em 11 de dezembro de 2019.

TUCCI, C. E. M. Aspectos Institucionais no Controle de Inundações. I Seminário de Recursos Hídricos do Centro-Oeste. Brasília, 1999. Disponível em: <http://rhama.com.br/blog/wp-content/uploads/2016/12/aspectos-institucionais-do-controle-das-inundacoes-urbanas.pdf>. Acesso em 15 de março de 2019.

TUCCI, C. E. M. Gerenciamento da Drenagem Urbana. RBRH. Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Volume 7, 2002. Disponível em: [http://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/gerenciamento\\_de\\_cidades/article/view/1009](http://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/gerenciamento_de_cidades/article/view/1009). Acesso em 15 de março de 2019.