

AUTOMAÇÃO NA DRENAGEM URBANA E REAPROVEITAMENTO DAS ÁGUAS DEPOSITADAS NOS TANQUES

Paulo Mario Ripper Vianna¹

RESUMO

O presente artigo apresenta a relevância da automação nos sistemas de drenagem pluvial e controle de enchentes nos grandes centros urbanos. Como estudo de caso para este trabalho, tratamos das obras do conjunto dos reservatórios que estão sendo construídos na bacia hidrográfica do Canal do Mangue pela Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro, visando minimizar os problemas decorrentes de inundações na Grande Tijuca, a partir da utilização da tecnologia disponível atualmente na otimização destes sistemas. Adicionalmente, destacamos, também, o reaproveitamento das águas depositadas no fundo dos grandes reservatórios para utilização em irrigação de áreas verdes e em lavagem de vias da cidade, a partir da coleta e da análise laboratorial dessas águas.

Palavras-chave: Sistemas de drenagem. Reservatórios. Controle de enchentes. Reaproveitamento das águas.

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento desordenado ocorrido a partir da expansão territorial das principais cidades brasileiras teve como grande consequência o surgimento de diversos problemas de alagamentos e inundações. Toda essa problemática é intensificada em função do relevo montanhoso natural de tais cidades, dos escoamentos superficiais (*run-off*) decorrentes de suas

¹ Graduado em Engenharia Civil (UFRJ) – Prefeito da Universidade Federal do Rio de Janeiro. E-mail: pmripper@poli.ufrj.br

altimetrias, bem como do respectivo grau de impermeabilização dos terrenos, independente de estarem localizadas nas proximidades dos cursos d'água na ocasião de ocorrência de chuvas de maior intensidade.

Tomando por base a Cidade do Rio de Janeiro, é importante frisar que a história de sua urbanização se confunde com a história de suas enchentes. As inundações oriundas de fortes temporais de verão, desde muito, provocam graves tragédias na urbe, como desabamento de construções junto às encostas, alagamento de ruas, morte de cidadãos, dentre outros. O processo de modernização vinculado a redes de comércio capitalistas locais e o alto grau de impermeabilização dos solos da região provocada pelo crescimento da zona urbana contribuíram para intensificar a propensão dessas enchentes. Segundo esclarecido no Plano Municipal de Saneamento Básico da Cidade do Rio de Janeiro/PMCRJ, “A conquista do espaço para a expansão urbana ocorreu exatamente sobre áreas sujeitas a inundações frequentes, como brejos, várzeas, pântanos e manguezais” (2015).

Visando resolver tal problemática, faz-se necessário o emprego de soluções tecnológicas, o qual está diretamente conectado aos atuais sistemas de drenagem no mundo, permitindo, desta forma, um considerável nível de automação dos referidos sistemas.

Dentre as soluções tecnológicas, é possível destacar a utilização de softwares dedicados às questões referentes aos dados hidrológicos que auxiliam no projeto e no acompanhamento dos sistemas de drenagem, obtenção de dados meteorológicos cada vez mais precisos, medição em tempo real dos níveis dos cursos d'água, verificação dos parâmetros de qualidade da água e emprego da telemetria para comando remoto de controladores lógicos programáveis dedicados. (Barbosa, Lydyanne e Mamede, Bruno/ IX Fórum Ambiental da Alta Paulista, 2013).

Pensando em uma técnica para o controle das inundações, podemos citar a construção dos grandes reservatórios para o armazenamento temporário das águas pluviais. A partir da água depositada nos tanques do Programa de Controle de Enchentes na região da Tijuca, pretende-se promover o reaproveitamento dessas águas visando o atendimento das demandas como a rega das áreas verdes do Município e/ou água para limpeza das vias, ambas empregadas por parte da PMCRJ, que tem atualmente um custo relativo na obtenção desse recurso.

2 DESENVOLVIMENTO

A cidade do Rio de Janeiro cresceu sobre mangue e com ocupação do solo desordenada (MAIA, 2013). Sua localização também a torna propícia à ocorrência de inundações, uma vez que se encontra na região transicional de conflito entre os sistemas polares e os sistemas intertropicais.

A partir de 1851, registros dos índices pluviométricos começaram a ser formulados, propiciando o início do desenvolvimento de um sistema de esgoto sanitário. Cabe lembrar que a urbanização estava avançando sobre pântanos, córregos, lagoas, manguezais e que, mais tarde, justamente nessas áreas, ocorreriam os principais danos causados pelas inundações, por se tratar de locais que foram dessecados pela drenagem, para depois se colocar simplesmente, como atualmente ainda ocorre, uma camada de aterro por cima.

A primeira informação sobre uma grande inundação foi a de março de 1906, reconhecida como uma das maiores que castigou a cidade com a precipitação de 165 mm em apenas 24 horas, levando ao transbordamento do Canal do Mangue, provocando o alagamento em quase toda a cidade.

Diversas outras enchentes foram registradas em anos subsequentes, cujos efeitos eram sempre os mesmos: transbordamento, desmoronamento de morros e encostas, e interrupção da circulação na cidade. Os eventos de inundações, portanto, é recorrente no Rio de Janeiro e se faz presente em razão de fatores climáticos e geomorfológicos.

Em quase todas as grandes enchentes do século XX, a Praça da Bandeira foi atingida, o que é bastante compreensível a partir da observação dos mapas do Rio de Janeiro, desde o início da colonização até a época atual. O estreitamento sofrido pela foz do Canal do Mangue, com os aterros para a construção do Cais do Porto, fez com que o escoamento ficasse, pelo menos, mais lento. A boca do canal que possuía mais ou menos 500 m de largura, passou a ter menos de 30 m (MAIA, 2013).

Preliminarmente, para uma melhor compreensão da característica física e geográfica, cabe informar que a Bacia Hidrográfica do Canal do Mangue tem área de drenagem de 45,4 km² e possui como limites: a sub-bacia do Canal do Cunha ao norte, a Baía da Guanabara a leste, a sub-bacia do Centro ao sul e a oeste, o maciço da Tijuca. Ela é responsável pela drenagem dos bairros da Tijuca, Grajaú, Vila Isabel, São Cristóvão, Rio Comprido, Maracanã, Santo Cristo e Cidade Nova, sendo seus principais cursos d'água 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.

O relevo da bacia do Canal do Mangue apresenta acentuados desníveis nas regiões oeste e sudoeste, onde está localizado o maciço da Tijuca. Essa região é seguida por topografia menos acidentada, na qual se inicia a área urbanizada da bacia, em que há áreas totalmente planas (proximidades do Canal do Mangue). Essa configuração topográfica dificulta o escoamento nos canais de drenagem. 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.

A tecnologia de automação do sistema de esgotamento estará presente nos reservatórios que estão sendo construídos na bacia hidrográfica do Canal do Mangue, cujo controle e operação de todo sistema será centralizado no Centro de Operações da Prefeitura do Rio de Janeiro, localizado no bairro da Cidade Nova. Fundamentalmente, o sistema de drenagem pode ser considerado como composto por dois sistemas distintos: os sistemas de microdrenagem e os de macrodrenagem.

O sistema de microdrenagem, ou de drenagem inicial, é aquele formado pelos pavimentos das ruas, guias e sarjetas, conhecidas como “bocas de lobo”. Esse sistema é dimensionado para o escoamento de águas pluviais, cuja ocorrência tem um período de retorno de até 10 anos. Quando bem projetado, elimina praticamente todos os alagamentos na área urbana, evitando as interferências entre as enxurradas e o tráfego de pedestres e de veículos, além de danos às propriedades. Já o sistema de macrodrenagem é constituído, em geral, por estruturas de dimensões maiores, projetados para cheias, cujo período de retorno deve estar próximo de 100 anos.

O diagnóstico prévio dos problemas de operação e manutenção futura destes sistemas, assim como a aquisição de dados e elementos para o planejamento dos sistemas, são basilares para o sucesso do empreendimento. Nestas fases, o emprego da tecnologia é essencial, desde a coleta de dados hidrológicos e planialtimétricos confiáveis, bem como definição da metodologia a ser utilizada no controle dos sistemas projetados, os quais poderão ter a coordenação centralizada, utilizando telemetria e perfeitamente integrada aos demais sistemas de serviços da cidade. (ANA - Agência Nacional de Águas).

A concepção clássica do sistema de drenagem urbana surgiu em meados do século XIX, com o intuito de escoar as águas pluviais com a maior rapidez possível, reduzindo a incidência de

uma série de doenças relacionadas à falta de saneamento e ao acúmulo de água parada. Este sistema foi adotado universalmente, com poucas variações, sendo eficaz até o momento em que as cidades atingiram um determinado porte.

Na década de 1970, surgiram novas técnicas e conceitos de drenagem, buscando minimizar as implicações da crescente urbanização, procurando aumentar a infiltração da água da chuva no solo e retardar o escoamento da água da chuva pelas galerias e rios durante a incidência de chuvas fortes. Estas técnicas compõem a chamada drenagem sustentável, buscando respeitar o ciclo hidrológico natural, incorporando novas tecnologias com o intuito de amortecer as vazões de pico.

No sistema de drenagem urbana sustentável, portanto, são promovidos o retardamento e o tratamento das águas das enxurradas, incluindo uma ou mais das seguintes estruturas: pisos permeáveis, valas de infiltração/filtração, trincheiras filtrantes, bacias de retenção (piscinões), entre outras. Dentre estas técnicas, é possível salientar a procura de uma maior percolação da água pluvial no terreno e seu armazenamento temporário, após a ocorrência das chuvas, seja para reuso ou apenas para descarte.

Soluções tecnológicas estão intimamente agregadas aos modernos sistemas de drenagem, permitindo um considerável nível de automação dos mesmos. Vale destacar a utilização de softwares dedicados à questão hidrológica, auxiliando no projeto e acompanhamento dos sistemas de drenagem, obtenção de dados meteorológicos cada vez mais precisos, medição em tempo real dos níveis dos cursos d'água, verificação dos parâmetros de qualidade da água e emprego da telemetria para comando remoto de controladores lógicos programáveis dedicados. As principais tecnologias de implantação de sistemas de drenagem sustentável são conhecidas pelas siglas LID (Low Impact Development), SUDS (Sustainable Urban Design System), WSUD (Water Sensitive Urban Design), BMP (Best Management Practices) e IMP (Integrated Management Practices). (VIOLA, Heitor, 2008).

2.1 Reservatórios para controle de cheias

Os reservatórios para controle de cheias, comumente chamados de "piscinões", são tanques que funcionam para retenção ou retenção de águas pluviais nas ocasiões das chuvas de

grande volume d'água. Desta forma, retardam o escoamento da água das chuvas para o esgoto pluvial e posteriormente para os rios, e assim, haverá um menor volume de água circulando na rede, evitando o transbordamento.

Sua implicação na bacia hidrológica local, redistribuindo os escoamentos no tempo e no espaço, permite recuperar, em parte, as características originais de armazenagem dessa bacia, tendo como exemplo a Cidade de São Paulo, a partir do reservatório do Pacaembu inaugurado em 1995, capacidade de 74.000m³, e atualmente contando com dezenas de “piscinões” em operação. (Barbosa, Lydyanne e Mamede, Bruno/ IX Fórum Ambiental da Alta Paulista, 2013)

2.2. Reservatórios para controle de cheias no Rio de Janeiro

No Município do Rio de Janeiro, a Fundação Instituto das Águas (Rio-Águas) é o órgão técnico de referência no manejo das águas pluviais urbanas, tendo como competências: planejar, gerenciar e supervisionar ações preventivas e corretivas contra enchentes. A Rio-Águas é um órgão vinculado à Secretaria Municipal de Obras (SMO) e atua na gestão das bacias hidrográficas do município e também como órgão regulador e fiscalizador da concessão dos serviços de esgotamento sanitário em vinte e um bairros da Zona Oeste da capital.

Especificamente a região da Praça da Bandeira, principal ligação entre o centro da cidade e a zona norte, sofre há décadas com recorrentes problemas de inundações por chuvas mais fortes. Com a expectativa de mitigar estes problemas, a Prefeitura da cidade iniciou a realização de uma das maiores obras de drenagem urbana já desenvolvida na capital fluminense, com a conclusão de algumas etapas antes do evento Olímpico ocorrido na cidade em agosto de 2016 e outras ainda em curso ou previstas, nos dias atuais.

A Prefeitura pretende concretizar as obras de controle de enchentes na região da Grande Tijuca (Figura 1), a partir de intervenções na Bacia do Canal do Mangue, com a construção de quatro grandes reservatórios, a saber: na Praça da Bandeira (18 mil m³), Praça Varnhagem (43 mil m³), Praça Niterói (58 mil m³) e na Avenida Heitor Beltrão (70 mil m³). Juntos, estes tanques poderão armazenar 189 milhões de litros de água (Figura 2). Acrescentado aos reservatórios, o desvio do Rio Joana (situado na mesma região), além de outras intervenções, terão por finalidade de mitigar as históricas inundações que causam transtornos à população carioca. (PMCRJ)



Figura 1
Banner publicitário do planejamento na região da Grande Tijuca
Fonte: Jornal EXTRA / O Globo.

Piscinões	Capacidade	Área
1 Praça da Bandeira	18 milhões de litros = 7,2 piscinas olímpicas	962,11 m ²
2 Praça Varnhagen	43 milhões de litros = 17,2 piscinas olímpicas	1.993,86 m ²
3 Avenida Heitor Beltrão	70 milhões de litros = 28 piscinas olímpicas	3.587,37m ²
4 Praça Niterói	58 milhões de litros = 23,2 piscinas olímpicas	2.472,93 m ²

Figura 2
Reservatórios e suas características
Fonte: Jornal EXTRA / O Globo.

No que se refere às obras dos reservatórios, foram concluídas as construções da Praça da Bandeira, em dezembro de 2016 (Figura 3) e da Praça Niterói, em outubro de 2015 (Figura 4). Em relação à obra da Praça Varnhagem, esta se encontra em curso e a da Avenida Heitor Beltrão, até o momento, ainda não foi iniciada. Toda essa estrutura faz parte do Programa de Controle de Enchentes da Grande Tijuca, que contempla a construção dos reservatórios subterrâneos para acúmulo de água e o desvio do curso do Rio Joana (Figura 5).



Figura 3
Vista da obra do reservatório na Praça da Bandeira
Fonte: Jornal EXTRA / O Globo.



Figura 4
Vista da obra do reservatório triplo na Praça Niterói
Fonte: Jornal EXTRA / O Globo.



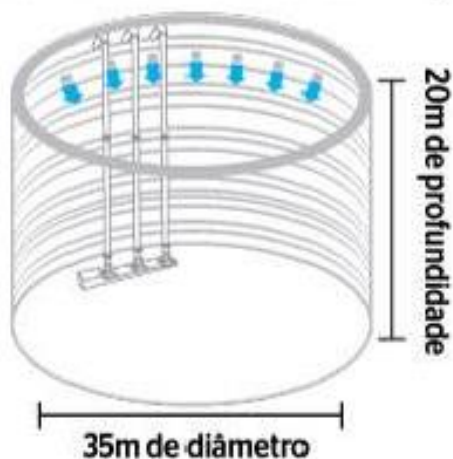
Figura 5
Desvio do Rio Joana
Fonte: Jornal EXTRA / O Globo.

Acerca da previsão meteorológica, é possível contar com o centro de previsão do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) que é um dos nove centros reconhecidos como sendo de excelência pela Organização Meteorológica Mundial. O processamento dos dados em supercomputadores e as interpretações feitas pelos profissionais são o ponto de partida para montar a previsão do tempo, fundamental para o monitoramento dos sistemas automatizados de drenagem urbana. O radar meteorológico da Prefeitura do Rio de Janeiro, localizado no Morro do Sumaré (situado no Maciço da Tijuca) envia imagens atualizadas a cada dois minutos, permitindo observar a localização, o deslocamento e a intensidade da precipitação. Nos meses de julho e agosto, período mais seco do ano, o radar continua operando 24 horas por dia, mas produz imagens em um intervalo de 6 horas.

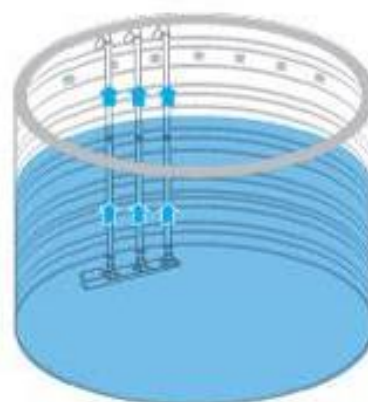
Este procedimento viabiliza a execução de manutenções preventivas das bacias hidrográficas do município do Rio de Janeiro que são monitoradas em tempo real a partir de estações hidrológicas, que medem precipitação, nível e qualidade da água. Os equipamentos foram implantados nos principais cursos d'água da cidade, somando vinte e cinco estações, sendo que dezoito medem precipitação e nível (PN) e sete medem qualidade da água e nível (QN). As estações enviam informações em tempo real para o Centro de Operações da Prefeitura, o que é fundamental para a gestão das bacias e para o controle de enchentes.

A utilização de Controladores Lógicos Programáveis (CLP) e a adoção de Telemetria controlados à distância por sinais de rádio, telefonia ou internet/intranet, permite o acionamento automatizado dos diversos componentes do sistema de drenagem, tais como bombas, comportas, alarmes, entre outros, como se pode observar na Figura 6, abaixo.

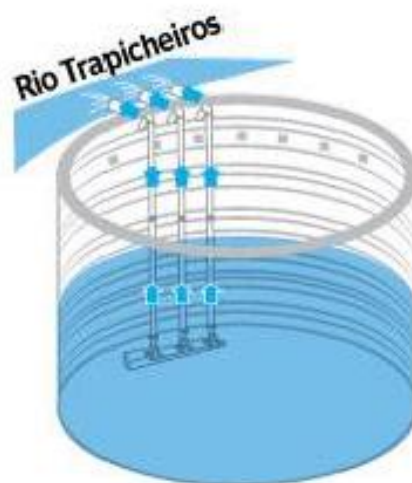
▶ A água da chuva escorre para o reservatório por meio da rede de drenagem do entorno da praça



▶ As três bombas funcionam de forma automática, conforme o nível da água no interior do "piscinão". Ou seja, à medida que a água aumentar, as três bombas serão ligadas de forma gradual



▶ A água é liberada gradualmente, conforme a capacidade da rede de drenagem e de escoamento do Rio Trapicheiros, que deságua no Rio Maracanã. As bombas, individualmente, têm capacidade de escoar 600 litros de água por segundo no Trapicheiros



▶ O funcionamento das bombas é monitorado pelo Centro de Operações Rio, distante cerca de 4km do piscinão. Os técnicos também acompanham, em tempo real, o nível do Rio Trapicheiros e dos demais cursos d'água da bacia hidrográfica

Figura 6
Sistema de esgotamento do Reservatório da Praça da Bandeira
Fonte: Jornal EXTRA / O Globo.

2.3. Coleta da água para análise laboratorial

Por ser a maior parcela do volume armazenado em sua mistura nos tanques, é cabível utilizar a mesma premissa de regulamentação do uso de águas pluviais, a ABNT NBR 15527: 2007 (Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisitos), que estabelece as normas para a utilização dessas fontes hídricas. Nela estão determinados os pontos que devem ser levados em consideração para o estabelecimento de normas a serem cumpridas, tais como: instalação do sistema de captação e do dispositivo para remoção de detritos; dimensionamento, limpeza e desinfecção do reservatório. Em relação ao uso em atividades não potáveis são mencionados os níveis aceitáveis para alguns parâmetros físico-químicos e microbiológicos das águas.

Em um estudo básico de avaliação da qualidade das águas e do sedimento, foram levados em consideração os usos preponderantes a partir da realização de uma série de coletas, visando assim avaliar o grau de poluição ou assimilação de carga orgânica.

Estabelecer um plano de amostragem será uma das etapas necessárias para a caracterização do meio a ser estudado, mas dele dependem todas as etapas subsequentes: ensaios laboratoriais, interpretação de dados, elaboração de relatórios e tomada de decisões quanto à qualidade dessas amostras.

A definição do programa de coleta de amostras exigirá a consideração de algumas variáveis, tais como: usos, natureza, área de influência e características da área de estudo, pois a definição da metodologia de coleta, preservação de amostras e dos métodos analíticos depende desses fatores.

Nas coletas de água bruta e sedimento, de forma geral, recomenda-se que a coleta de água seja realizada antes da coleta de sedimentos, sendo que os primeiros frascos a serem preenchidos de água do local deverão ser direcionados aos ensaios microbiológicos, biológicos e aos que não podem sofrer aeração.

Para que sejam evitados problemas de contaminação cruzada durante a amostragem, serão utilizados materiais de coleta diferentes para cada amostra, como por exemplo, um balde e uma corda em cada ponto amostrado. Caso isto não seja possível, esses materiais deverão ser lavados em campo com água destilada ou deionizada e ambientados, ou seja, enxaguados com água do local a ser amostrado.

Assim, será preparado um balde de aço inox para distribuir seu volume proporcionalmente nos diversos frascos destinados aos ensaios químicos, como forma de garantir a homogeneidade da amostra, sendo que o procedimento deverá ser repetido até que todos os frascos estejam com o volume de água necessário para os ensaios, tomando o cuidado de manter um espaço vazio no frasco para sua posterior homogeneização.

A Condutividade das amostras que passam pelas superfícies de captação tem um valor de condutividade maior que das águas de chuva coletadas diretamente da atmosfera. Após passar pela superfície de captação, as águas são armazenadas nos grandes tanques, sendo que a qualidade dessa água varia de acordo com o tempo de armazenagem, material do reservatório, temperatura ambiente, dentre outros. (ABNT NBR 15527: 2007)

Alguns trabalhos concluíram que as águas pluviais tendem a apresentar uma qualidade físico-química satisfatória para atividades não potáveis. Porém, os indicadores microbiológicos costumam ser um fator que dificulta o uso dessas águas sem um tratamento prévio. Yaziz et al.(1989), observou em seu trabalho que quanto maior o período de estiagem antes de um evento pluviométrico, maior a concentração de sólidos nas águas analisadas. Notou-se também que chuvas com intensidade menor realizam uma limpeza menos eficiente da superfície de captação, e verificou-se que as superfícies utilizadas para captação de águas pluviais concentram as principais variantes que podem modificar a qualidade das mesmas, como: concentração de materiais sólidos e material da superfície de captação (alumínio, cimento, cerâmica, etc).

Tal afirmação se deu, pois, as águas analisadas que não entraram em contato com a superfície de captação (precipitação direta) apresentaram qualidade superior com relação às águas pluviais que entraram em contato com uma determinada superfície de captação. (Yaziz et al., 1989).

2.4. Análise e discussão dos dados coletados

Como citado anteriormente, alguns parâmetros serão levados em consideração para se definir a qualidade das águas retiradas dos reservatórios. Dentre eles, alguns parâmetros físico-químicos foram selecionados por sua importância na representação dos limites da norma, bem como a interferência das condições de captação até o sistema de armazenamento.

O Potencial Hidrogeniônico, mais conhecido pela sigla pH, é uma grandeza que varia de 0 a 14 e indica a intensidade da acidez ($\text{pH} < 7,0$), neutralidade ($\text{pH} = 7,0$) e a alcalinidade ($\text{pH} > 7,0$). É rotineiramente utilizado como um dos parâmetros mais importantes na análise de água. Em determinadas condições, o pH na água pode interferir na precipitação de alguns químicos tóxicos como metais pesados (EMBRAPA, 2011).

Tratando-se de águas oriundas do lençol freático, que são armazenadas misturadas com as de origem pluviais, o valor do pH das chuvas pode produzir o efeito de chuva ácida. A chuva ácida, principalmente associada à presença de poluentes secundários como ácido sulfúrico e nítrico, podem interferir de diferentes formas no ambiente, como: destruição de fachadas, estátuas e outros tipos de construções; na distribuição de nutrientes no solo; na fisiologia de animais aquáticos; na destruição de colheitas, dentre outros efeitos.

A Temperatura interfere diretamente em processos físicos, químicos e biológicos, consequentemente afetando outras variáveis de qualidade da água como: pH, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos, dentre outros. É inversamente proporcional à solubilidade de gases dissolvidos e diretamente proporcional à solubilidade de sais minerais.

A Turbidez é uma expressão da propriedade óptica que faz com que a luz seja espalhada e absorvida e não transmitida em linha reta através da amostra. Esta turbidez é normalmente causada por materiais em suspensão como: matéria orgânica e inorgânica dividida, compostos orgânicos solúveis coloridos, plâncton e outros organismos microscópicos. A clareza das águas pluviais pode determinar sua condição e produtividade, além de indicar a qualidade estética para o abastecimento humano. A turbidez varia bastante de acordo com as características ambientais e da superfície usada. Áreas com o solo exposto podem influenciar na quantidade de sólidos nessas superfícies.

Dentro dos parâmetros que medem a interferência de sólidos, tem-se a aferição dos Sólidos Totais Dissolvidos (STD). Nele é medida a soma de todos os constituintes químicos dissolvidos na água. Mede-se a concentração de substâncias iônicas e é expressa em mg/L. Ele funciona como um importante indicador da qualidade estética da água e agrega informações sobre a presença de possíveis poluentes presentes na água.

Tabela 1: Parâmetros referenciais para as águas coletada nos tanques de armazenamento de águas pluviais da Grade Tijuca.

Parâmetros	
Variável	Enquadramento CONAMA 357
Temperatura (°C)	NA
pH	Classe I e II - Tratamento convencional: 6<pH<9 Classe III: pH<6 - tratamento avançado
ORP (mV)	NA
Condutividade (mS/cm)	NA
Turbidez (NTU)	Classe I e II - abaixo de 100NTU - Tratamento simplificado ou convencional
Oxigênio dissolvido (mg/L)	Classe I e II - OD não abaixo de 4mg/L - Tratamento simplificado ou convencional Classe IV - OD abaixo de 2mg/L - uso paisagístico
Oxigênio dissolvido (%)	NA
Sólidos totais dissolvidos (g/L)	Entre Classe II e III - Tratamento convencional ou avançado
Salinidade	Água doce

Fonte: Laboratório de limnologia/Instituto de Biologia/UFRJ.

As classes citadas na Tabela 2 se referem ao enquadramento dos corpos d'água, definidos pela ANA (Agência Nacional de Águas), que incluem:

Classe 1: uso preponderante basicamente em descarga de bacias sanitárias, lavagem de pisos, fins ornamentais, lavagem de roupas e de veículos;

Classe 2: uso preponderante associado à fase de construção da edificação, lavagem de agregado, preparação de concreto, compactação do solo e controle de poeira;

Classe 3: uso preponderante na irrigação de áreas verdes e rega de jardins;

Classe 4: uso preponderante no resfriamento de equipamentos de ar condicionado.













A partir desta lógica, foi analisado o material coletado em somente um dos três tanques de armazenamento, o da Praça Varnhagem, cujos resultados encontram-se demonstrados na Tabela 2 a seguir.

	Rio Maracanã - Praça Varnhagem		
Variável	P1 - Galeria prox. Rio Maracanã	P2 - Poço B - Escoamento de água de chuva	P3 - Água mina diafragma
Temperatura (°C)	24,6	23,43	23,41
pH	7	6	7,43
ORP (mV)	9	154	158
Condutividade (mS/cm)	0,606	0,454	0,458
Turbidez (NTU)	40	2,5	4,6
Oxigênio dissolvido (mg/L)	5,64	5,26	9,57
Oxigênio dissolvido (%)	108	63,2	112,6
Sólidos totais dissolvidos (g/L)	0,388	0,295	0,296
Salinidade (água doce)	0,3	0,2	0,2
Observações	Sem odor	aferido a aprox. 30cm	água coletada com béquer

Tabela 2: Características da água coletada no tanque da Praça Varnhagem.

Pela análise dos resultados expostos na Tabela 2, considerando os parâmetros referenciais e recomendações citados na Tabela 1, concluiu-se que um tratamento simplificado ou convencional das águas provenientes dos tanques de armazenamento analisados seria suficiente para atender às condições necessárias para utilização do recurso hídrico na destinação à irrigação das áreas verdes da Cidade, conforme apresentado no Quadro 1, podendo também ser aplicado na limpeza de vias urbanas.

Quadro 1: Classes de enquadramento para águas doces.

USOS DAS ÁGUAS DOCES	CLASSES DE ENQUADRAMENTO				
	ESPECIAL	1	2	3	4
Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas 	Classe mandatória em Unidades de Conservação de Proteção Integral				
Proteção das comunidades aquáticas 		Classe mandatória em Terras Indígenas			
Recreação de contato primário 					
Aquicultura 					
Abastecimento para consumo humano 	Após desinfecção	Após tratamento simplificado	Após tratamento convencional	Após tratamento convencional ou avançado	
Recreação de contato secundário 					
Pesca 					
Irrigação 		Hortalças consumidas cruas e frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película	Hortalças, frutíferas, parques, jardins, campos de esporte e lazer,	Culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras	
Dessedentação de animais 					
Navegação 					
Harmonia paisagística 					

Observação: As águas de melhor qualidade podem ser aproveitadas em uso menos exigente, desde que este não prejudique a qualidade da água.

Fonte: Manual da ANA (Agência Nacional de Águas).

3 CONCLUSÃO

Uma vez estabelecida a ocupação irregular do espaço urbano, faz-se necessária a adoção de medidas eficazes no manejo das águas pluviais urbanas por parte do Governo Federal que, por sua vez, tem investido esforços em viabilizar o financiamento de projetos voltados à drenagem urbana sustentável. Cabe citar o Ministério das Cidades que, através dos recursos do Orçamento Geral da União, investe em um programa de apoio à instalação e a ampliação de sistemas de drenagem urbana com a construção de novas redes coletoras e bacias de retenção de cheias, como os grandes reservatórios. Outros programas acontecem em paralelo, como os projetos de intervenções não estruturais voltados ao controle de cheias e melhoria das condições sanitárias dos municípios. Assim, o planejamento e gestão das várias infraestruturas intrínsecas ao ambiente urbano, são instrumentos fundamentais para o controle e manejo das águas pluviais urbanas, essencialmente na ocorrência de eventos hidrológicos importantes.

Após análise da água coletada no reservatório da Praça Varnhagem, um dos taques de armazenamento da Bacia Hidrográfica do Canal do Mangue, é possível considerar ainda a reutilização desse recurso hídrico na rega das áreas verdes do Município e na limpeza das ruas, com simples tratamento químico.

Por fim, ressalta-se que as discussões e as formulações dos problemas da cidade são claramente evidenciadas e as soluções a serem desenvolvidas passam facilmente pela compreensão dos técnicos, dos políticos e da população em geral.

4 REFERÊNCIAS

GRANDES obras de drenagem e esgotamento sanitário e parceria com os governos Federal e Estadual. Disponível em: <<http://www.rio.rj.gov.br/web/rio-aguas/obras-e-parcerias>> Acesso em: 02 nov. 2015.

PREFEITURA entrega reservatório da Praça da Bandeira. Disponível em:<<http://www.rio.rj.gov.br/web/rio-aguas/exibeconteudo?id=4529597>> Acesso em: 02 nov. 2015.

PROJETO de piscinões que evitam alagamentos não prevê reuso da água. Disponível em:<<https://extra.globo.com/noticias/rio/projeto-de-piscinoes-que-evitam-alagamentos-nao-preve-reuso-da-agua-15215462.html#ixzz3QbUowtUs>> Acesso em: 02 nov. 2015.

RIO DE JANEIRO. Lei 4.393, de 16 de setembro de 2004: Dispõe sobre a obrigatoriedade das empresas projetistas e de construção civil a prover os imóveis residenciais e comerciais de dispositivo para captação de águas da chuva e outras providências. Rio de Janeiro, RJ, 16 set. 2004.

SÃO PAULO. Lei 12.526, de 02 de janeiro de 2007: Estabelece normas para a contenção de enchentes e destinação de águas pluviais. São Paulo, SP, 02 jan. 2007.

Viola, H. Gestão de Águas Pluviais em Áreas Urbanas - O Estudo de Caso da Cidade do Samba, RJ. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, 2008.

Barbosa, Lydyanne e Mamede, Bruno. Automação em drenagem pluvial e controle de enchentes: aproveitamento das águas nos grandes centros urbanos - IX Fórum Ambiental da Alta Paulista, v. 9, n. 2, 2013.

ANA - Agência Nacional de Águas. Relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil, 2012. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/arquivos/Conjuntura2012.pdf>>.