

ANÁLISE DE LEGISLAÇÕES RELATIVAS À GESTÃO DE CHEIAS URBANAS NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO *ANALYSIS OF LEGISLATIONS CONCERNING THE MANAGEMENT OF URBAN FLOODING IN THE STATE OF RIO DE JANEIRO*

Anna Carolina Fontes da Luz¹ 

Augusto Eduardo Miranda Pinto² 

Luiz Felipe Umbelino³ 

Jader Lugon Junior⁴ 

Resumo: A impermeabilização dos solos e o processo de urbanização vem tornando os eventos de cheias urbanas cada vez mais frequentes na maior parte do território brasileiro e do mundo, assim o sistema tradicional de drenagem não é capaz de atender toda a demanda, causando problemas à sociedade. Nesse sentido, o estudo de novos sistemas de drenagem, como as técnicas compensatórias, são fundamentais para complementar os sistemas já existentes. Neste trabalho apresenta-se os resultados da pesquisa dos principais instrumentos legais de gestão internacional e nacional de cheias urbanas, com foco no estado do Rio de Janeiro e englobando a região metropolitana e o interior do estado. O objetivo do trabalho foi de realizar um levantamento das legislações pertinentes à gestão de cheias urbanas de determinadas cidades do estado do Rio de Janeiro, de forma que fosse possível analisar se existe alguma relação entre elas e entre as características regionais das diferentes localidades. Assim, foi possível perceber que já existe uma movimentação no estado do Rio de Janeiro para implementação das técnicas compensatórias, tanto na região metropolitana quanto no interior, motivados pelos severos eventos locais já ocorridos. Porém, é preciso dar atenção às características específicas de cada região afim de se obter resultados realmente significativos e auxiliar na melhoria da qualidade de vida da população.

Palavras-chave: Cheias urbanas. Drenagem. Técnicas compensatórias. Código de obras. Águas pluviais.

Abstract: The soil sealing and the urbanization process have made urban flood events more and more frequent in most of Brazil and the world, so the traditional drainage system is not able to meet all demand, causing problems to society. In this sense, the study of new drainage systems, such as compensatory techniques, are fundamental to complement existing systems. This paper presents the result of a survey of the main legal instruments of international and national management of urban floods, focusing on the state of Rio de Janeiro, encompassing metropolitan region and the interior of the state. The objective of this paper was to carry out a

¹ Mestranda em Engenharia Ambiental, IFF Macaé annafontesluz@gmail.com.

² Doutor em Direito da Cidade, IFF Macaé augustoeypinto@gmail.com.

³ Doutor em Ecologia, IFF Macaé lfumbelino@gmail.com.

⁴ Doutor em Modelagem Computacional, IFF Macaé jlugonjr@gmail.com.

survey of the legislation pertinent to the management of urban floods of certain cities of the state of Rio de Janeiro, in order to analyze if there is any relation between them and between the regional characteristics of different localities. Thus, it was possible to notice that there is already a movement in the state of Rio de Janeiro to implement the compensatory techniques, both in the metropolitan region and in the interior, motivated by the severe local events that have already occurred. However, it is necessary to pay attention to the specific characteristics of each region in order to obtain significant results and help in improving the quality of populations' life.

Keywords: Urban flood. Rain drainage. Compensatory techniques. Building law. Rainwater.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com o IBGE (2010), no Brasil entre as décadas de 1960 e 1970 ocorreu a inversão do perfil populacional, quando a população deixou de ser majoritariamente rural e passou a ser majoritariamente urbana. Tavares *et al.* (2018, p. 189), dizem que “A densidade populacional em áreas urbanas está aumentando no Brasil, um fenômeno que gera desordem e crescimento acelerado, causando uma série de danos ecológicos”.

Gu (2019) afirma que os pontos positivos da urbanização são derivados de benefícios econômicos, já os pontos negativos estão ligados à aspectos ambientais e ecológicos, que incluem saúde pública e mudanças climáticas. Chang *et al.* (2018) complementam dizendo que as mudanças globais resultam na formação de cidades com maiores potenciais de cheias urbanas devido a impermeabilização de superfícies e desatenção com características hidrológicas.

Diante da problemática dos eventos de cheias urbanas e da ineficiência do sistema tradicional de drenagem diante da demanda atual, é de fundamental importância a adoção de medidas para a gestão dos riscos desses eventos incorporando medidas sustentáveis de drenagem que complementem tais sistemas, como as técnicas compensatórias.

Analisando individualmente os Atlas Brasileiros de Desastres Naturais 1991-2012 do CEPED UFSC (2013) dos estados da região sudeste (Rio de Janeiro, São Paulo, Minas Gerais e Espírito Santo), percebe-se que o estado do Rio de Janeiro apresenta o segundo maior número de alagamentos, com 56 registros oficiais, o que pode ratificar a ineficiência dos sistemas de drenagem nessa localidade e a necessidade de soluções alternativas.

Sendo assim, é de responsabilidade dos níveis de governança federal, estadual e municipal a formulação de instrumentos legais que incentivem ações para evitar ou mitigar os impactos desses eventos. Tais instrumentos devem ser adotados de acordo com as características regionais, portanto, é coerente analisá-los em diversas localidades dentro das cidades, afim de identificar

possíveis aplicações e fatores condicionantes ao bom funcionamento dos mesmos.

Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi de realizar um levantamento das legislações pertinentes à gestão de cheias urbanas de determinados municípios do estado do Rio de Janeiro, de forma que fosse possível analisar se existe alguma relação entre elas e as características regionais das localidades.

Para isso foram realizadas pesquisas nas bases de dados governamentais, bem como nas bases de dados Scielo e Scopus, visando fundamentar a teoria e desenvolver um levantamento de legislações específicas e trabalhos relacionados. Assim, o trabalho foi desenvolvido abordando: Cheias urbanas e os sistemas de drenagem, abordando a teoria existente acerca dos eventos de enxurradas, inundações e alagamentos, incluindo os sistemas tradicionais de drenagem e as técnicas compensatórias; Experiências de gestão de cheias urbanas, apresentando como funciona a gestão desses eventos através de legislações específicas no mundo, no Brasil e especificamente no estado do Rio de Janeiro; e Análise das legislações aplicadas no estado do Rio de Janeiro, entendendo que é preciso um direcionamento e personalização das exigências à depender das características das localidades específicas.

2 CHEIAS URBANAS E OS SISTEMAS DE DRENAGEM

O crescimento da população urbana acarreta no crescimento das cidades e assim, em alterações das suas características primárias, principalmente com relação a substituição de áreas permeáveis em impermeáveis e de áreas vegetadas em edificadas. Segundo Reis e Ilha (2014, p. 1), “Como consequência da impermeabilização de áreas edificadas tem-se o aumento do escoamento superficial, que ocasiona maior frequência de cheias urbanas”.

De acordo com Brasil (2013), a Defesa Civil Nacional desenvolveu a Codificação Brasileira de Desastres (Cobrade), instituída por meio da Instrução Normativa nº 1, de 24 de agosto de 2012, em substituição à Codificação de

Desastres, Ameaças e Riscos (Codar) para adequar a classificação brasileira com os padrões estabelecidos pela Organização das Nações Unidas (ONU) e contribuir com a alimentação do banco de dados internacional. Os desastres são classificados quanto à sua origem, assim, os eventos de cheias são classificados como naturais, do grupo hidrológico e se enquadram em três subgrupos principais, definidos como:

Inundações: Submersão de áreas fora dos limites normais de um curso de água em zonas que normalmente não se encontram submersas. O transbordamento ocorre de modo gradual, geralmente ocasionado por chuvas prolongadas em áreas de planície;

Enxurradas: Escoamento superficial de alta velocidade e energia, provocado por chuvas intensas e concentradas, normalmente em pequenas bacias de relevo acidentado. Caracterizado pela elevação súbita das vazões de determinada drenagem e transbordamento brusco da calha fluvial. Apresenta grande poder destrutivo;

Alagamentos: Extrapolação da capacidade de escoamento de sistemas de drenagem urbana e conseqüente acúmulo de águas em ruas, calçadas ou outras infraestruturas, em decorrência de precipitações intensas. (BRASIL, 2013, p. 33, grifo nosso).

Tucci (2016) explica que a precipitação numa bacia rural promove mais facilmente a infiltração, retenção e evaporação dos volumes precipitados, ao contrário das áreas urbanizadas, que devido principalmente à ação antrópica, são promovidos processos que geram conseqüências ao bom funcionamento das cidades e podem agravar os eventos de inundação.

2.1 Sistemas Tradicionais de Drenagem

Tradicionalmente, o sistema de drenagem urbana é definido como o conjunto de elementos interligados em um sistema, destinado a captar as águas pluviais precipitadas sobre uma região, conduzindo-as, de forma segura, a um destino final. (MIGUEZ; VERÓL; REZENDE, 2016, p. 188).

De acordo com Netto *et al.* (1998), o sistema tradicional de drenagem se divide em dois subsistemas tratados pelas soluções de engenharia em: microdrenagem, que se inicia nas edificações, passam para os coletores

pluviais, para o escoamento das sarjetas e então entram nos bueiros e galerias, assim, os estudos são voltados para a traçados de ruas, topografia, declividades, entre outros; e macrodrenagem que abrange estudos sobre a área total da bacia hidrográfica, seu escoamento, ocupação, cobertura vegetal, aspectos sociais envolvidos, entre outros.

2.2 Técnicas Compensatórias

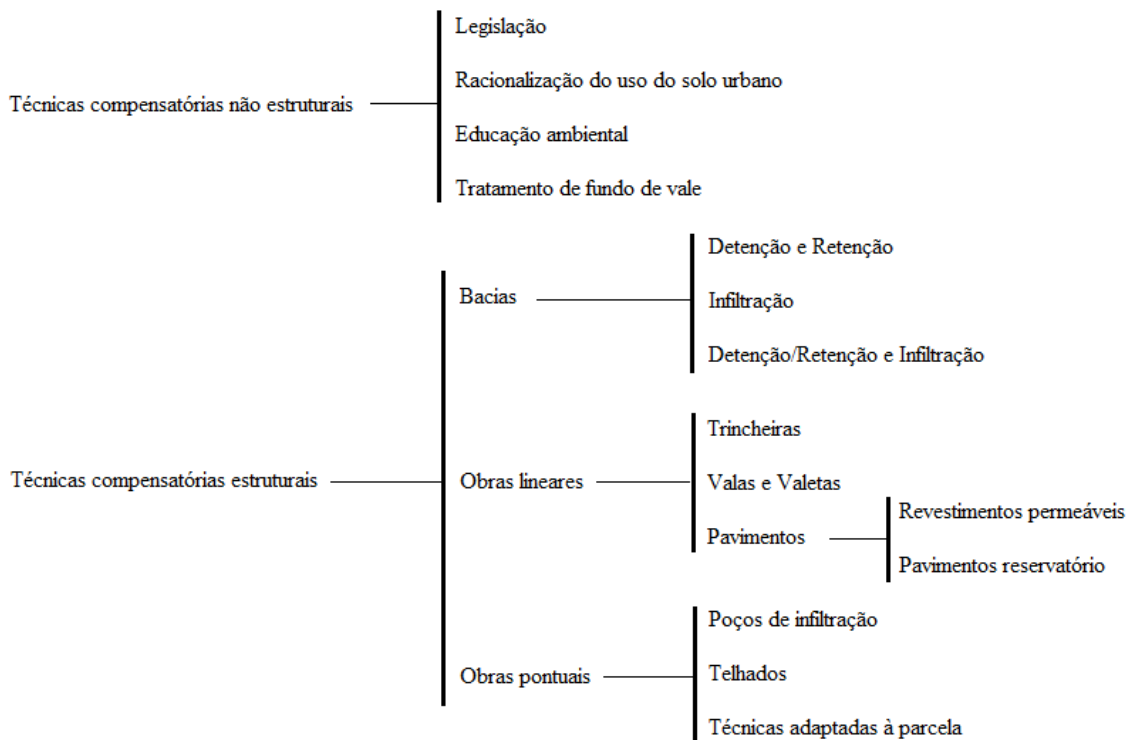
Historicamente, os engenheiros responsáveis pela drenagem urbana tentaram solucionar o problema de perda do armazenamento natural, provocando o aumento da velocidade de escoamentos com obras de canalização. (CANHOLI, 2014, p. 21).

Assim, com maiores velocidades de escoamento superficial, menores são os tempos de concentração, maiores são os picos de vazão e conseqüentemente, maior a frequência das cheias urbanas.

Segundo Baptista, Nascimento e Barraud (2011) a partir da década de 1970 começou a ser desenvolvido um novo conceito para tratar o problema de drenagem urbana, chamado de “tecnologias compensatórias” com o objetivo de neutralizar os efeitos da urbanização sobre o ciclo hidrológico de forma a compensá-lo, beneficiando a qualidade de vida e a preservação ambiental através da visão global dos impactos da urbanização e tendo como base o estudo das particularidades da bacia hidrográfica. A compensação ocorre pelo controle dos excedentes de água produzidos pelo excesso de áreas impermeáveis e pelo controle da velocidade de transferência para jusante, baseando-se essencialmente na retenção e infiltração das águas precipitadas.

Baptista, Nascimento e Barraud (2011) explicam ainda que são diversos os critérios para viabilizar a utilização dessas técnicas, podendo ser determinadas de acordo com aspectos físicos, urbanísticos e de infra-estrutura, sanitários e ambientais, e sócio-econômicos, e conceitualmente classificadas em dois grandes grupos: não-estruturais e estruturais, conforme a Figura 1.

Figura 1 - Esquema dos diferentes tipos de técnicas compensatórias



Fonte: Adaptado de Baptista, Nascimento e Barraud (2011)

Miguez, Veról e Rezende (2016), por sua vez, destacam dois grandes grupos de técnicas compensatórias estruturais: Medidas de armazenamento (reservatórios de detenção, reservatórios de retenção e reservatórios de lote), que privilegiam a armazenagem e a recuperação da capacidade de retenção; e as Medidas de infiltração (pavimentos permeáveis, vala de infiltração, trincheira de infiltração, telhado verde), que geram aumento da infiltração em áreas urbanas, favorecendo a permeabilidade do solo.

Estudos vêm sendo desenvolvidos acerca da efetividade de aplicação dessas técnicas em diversos lugares do mundo sob diferentes cenários. De acordo com Zhihua Zhu e Xiaohong Chen (2017), muitos estudos mostram que tais técnicas sob diferentes cenários de chuva podem efetivamente agir sobre as cheias urbanas e orientar formulações de medidas apropriadas para gestão.

Hu *et al.* (2017), simularam combinações de coletores de águas pluviais e pavimentos permeáveis no software Flo-2D em Najing na China, chegando aos resultados de redução de: 2-17% do total de áreas inundadas, 6-80% áreas com alto nível de risco às inundações e de 0.02-0.07m da maior profundidade

de inundação. Além disso, também concluíram que a performance dos reservatórios de águas pluviais é altamente dependente da capacidade da cisterna utilizada, que é limitada em bacias urbanizadas.

Outro estudo na China, de Qin, Li e Fu (2013), mostrou os impactos de diferentes técnicas combinadas com o sistema de drenagem tradicional: as valas de infiltração tiveram a capacidade de armazenamento mais efetiva; os pavimentos permeáveis tiveram o maior impacto na redução de inundações; e os telhados verdes tiveram uma efetiva profundidade de armazenamento, sendo o mais efetivo em termos de redução dos volumes de inundação dos cenários analisados.

Ahiablame e Engel (2012) afirmam que as valas de infiltração são muito usadas não somente para diminuir a velocidade de escoamento, mas também para melhorar a qualidade das águas pluviais que serão infiltradas. A retenção média é de 14-98% para nutrientes e sólidos em suspensão e acima de 98% para os metais.

Su *et al.* (2014) complementam o assunto dizendo que um bom planejamento para mitigação das inundações deve incluir não somente tecnologias avançadas, mas também o desenvolvimento de estratégias holísticas, ou seja, que analisem a situação de forma global associando diversas áreas de pesquisa.

3 EXPERIÊNCIAS DE GESTÃO DE CHEIAS URBANAS

De acordo com Silva (2017), a partir de 1970 diversos projetos de sistemas de drenagem integrados com o desenvolvimento urbano surgiram, e apesar de algumas diferenças, todas buscam a diminuição dos efeitos da urbanização sobre o sistema de drenagem, resgate do ciclo hidrológico natural e agregação de valor as cidades.

Segundo um relatório da EEA (2010), entre 1998 e 2009 a Europa apresentou 213 ocorrências de inundações, causando mais de 1126 fatalidades, afetando mais de 3 milhões de pessoas e gerando mais de 60

bilhões em perdas econômicas. Nesse contexto, a Direção Geral de Meio Ambiente, departamento da Comissão Europeia responsável pelas políticas de meio ambiente da União Europeia promoveu o uso da *Green Infrastructure*, e essas são aplicadas as questões de água pelo *Natural Water Retention Measures* (NWRM), que dentre os diversos benefícios: auxilia na redução dos riscos de inundações; melhora a qualidade da água; promove a recarga das águas subterrâneas através de técnicas como reservatórios de retenção, sumidouros, trincheiras de infiltração, entre outros.

De acordo com Ribeiro (2014), surgiu no século XX o termo *Best Management Practices (BMPs)*, que é bastante utilizado principalmente nos Estados Unidos e Canadá para se referir aos controles de poluição, aos controles de escoamento e as técnicas de tratamento dos volumes precipitados.

Dietz (2007) afirma que na década de 1990 foi introduzido pioneiramente em Maryland as práticas de *Low Impact Development (LID)*, que tem como objetivo reproduzir o comportamento hidrológico anterior ao processo de urbanização. Segundo Silva (2017), os conceitos e aplicações do LID evoluíram tanto que em abril de 2007 o *LID Center*, organização não-governamental que se dedica a divulgação das práticas e técnicas do LID, assinou uma Declaração de Intenções com a EPA para promover os benefícios e incentivar o uso para a gestão municipal de águas pluviais.

De acordo com Fletcher *et al.* (2015) o termo técnicas compensatórias, começou a ser utilizado pelos países de língua francesa para descrever uma nova abordagem que se destacava por promover não somente soluções para os problemas de drenagem e poluição mas também para qualidade de vida.

Ainda no contexto nacional, de acordo com Brasil (2006), foi publicado pelo Ministério das Cidades em 2006 o Manual para Apresentação de Propostas – Programa Drenagem Urbana Sustentável. De acordo com Brasil (2006, p. 5), “Objetiva promover, em articulação com as políticas de desenvolvimento urbano, uso e ocupação do solo e de gestão das bacias hidrográficas, a gestão sustentável da drenagem urbana com ações estruturais e não-estruturais”.

Segundo o Atlas Brasileiros de Desastres Naturais 1991-2012 do CEPED UFSC (2013, p. 62), “O aumento populacional promove o consequente aumento da impermeabilização, o que acaba por gerar um maior volume escoado superficialmente.” Portanto, é possível entender que menores serão os volumes infiltrados e consequentemente maiores as chances de ocorrência de desastres naturais do grupo hidrológicos.

Apesar da frequência na ocorrência desses eventos, Givisiez e Oliveira (2017), afirmam que “Nos meios científicos brasileiros a vulnerabilidade socioambiental é tratada em nível local, identificando grupos populacionais submetidos a um alto risco em relação a desastres específicos”.

Com relação a indicadores e abordagens internacionais, Givisiez e Oliveira (2017) apontam o *Disaster Risk Index – DRI*, proposto pela *United Nations Development Programme – UNDP*, que foi a primeira avaliação dos fatores de risco a desastres comparando vulnerabilidade e exposições a terremotos, ciclones tropicais e inundações entre os países; e o *Global Hotspot Classification – GHC*, proposto pelo Banco Mundial e *Columbia University*, que considera perdas econômicas e risco de morte com relação a ciclones, secas, enchentes, terremotos, erupções vulcânicas e deslizamentos de terra.

Silva (2017) diz que o primeiro passo para a gestão dos riscos desses eventos é conhecer os perigos associados. E para isso é necessário uma melhor compreensão dos tipos e causas, probabilidades de ocorrência, seus impactos, tipos de população afetada, entre outras características. Assim, entende-se que é coerente analisar os instrumentos de gestão utilizados em cada região, visto que em cada uma delas haverá particularidades locais específicas.

Nesse sentido, foram levantados os instrumentos de gestão em nível internacional (Europa e Estados Unidos) e Nacional, com ênfase no estado do Rio de Janeiro. Especificamente nesse estado foram analisadas e apresentadas no Quadro 1: os 5 municípios mais populosos do estado, todos localizados na região metropolitana, sendo eles em ordem decrescente segundo o IBGE (2010), Rio de Janeiro (6.320.446 pessoas), São Gonçalo (999.728 pessoas), Duque de Caxias (855.048 pessoas), Nova Iguaçu

(796.257 pessoas) e Niterói (487.562 pessoas); Campos dos Goytacazes e Macaé, ambas localizadas no Norte Fluminense e que possuem respectivamente o primeiro e segundo maior número de eventos de enxurradas, alagamentos e inundações, de acordo com o Atlas Brasileiros de Desastres Naturais 1991-2012 do CEPED UFSC (2013), além disso, são municípios de extrema importância petrolífera, visto que ambas estão localizadas junto a Bacia de Campos, principal área sedimentar já explorada na costa brasileira; Rio das Ostras, localizada na região de baixada litorânea, com proximidade à cidade de Macaé, importante destino turístico e de implantação de empresas do setor petrolífero; e Nova Friburgo, localizada no centro fluminense e incorporada à região Serrana, importante destino turístico, principalmente no inverno, que de acordo com o Atlas Brasileiros de Desastres Naturais 1991-2012 do CEPED UFSC (2013), apresenta o maior número de mortos, desabrigados, desalojados e afetados por tais eventos na região.

Quadro 1 - Instrumentos de gestão de cheias urbanas.

LOCALIDADE		INSTRUMENTO	DESCRIÇÃO
INTERNACIONAL	EUROPA	Diretiva 2007/60/CE	Avaliação e gestão dos riscos de inundações - O objetivo era estabelecer uma estrutura para a avaliação e gestão dos riscos de inundações, de forma a reduzir as consequências associadas.
	EUA	Lei Nacional de Reforma do Seguro de Inundação/2004	Traz o <i>The National Flood Insurance Program</i> – Originalmente criado em 1964, tem como objetivos: identificar áreas de risco de inundações e informar os riscos a população, incentivar o uso correto da terra de forma a não desenvolver terras expostas a danos por inundações e assim minimizar as perdas, acelerar a recuperação de inundações, mitigar perdas futuras, salvar vidas e reduzir custos pessoais e nacionais dos desastres.
NACIONAL	BRASIL	Lei nº 9.433/1997	Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) - Destaca-se entre os diversos objetivos: a prevenção e defesa contra eventos hidrológicos naturais ou causados devido ao uso inadequado dos recursos naturais; e o incentivo a captação, preservação e aproveitamento de águas pluviais.

		Lei nº 10.257/2001	Estabelece diretrizes gerais da política urbana, cujo objetivo é ordenar o desenvolvimento das funções sociais da cidade e propriedade urbana. Têm destaque as seguintes diretrizes: garantia do direito a cidades sustentáveis, ordenação e controle do uso do solo e o tratamento prioritário as obras e infraestruturas de entre outras, abastecimento de água e saneamento.
		Lei nº 11.445/2007	Política Nacional de Saneamento Básico (PNSB) - Considera drenagem e manejo de águas pluviais, limpeza e fiscalização preventiva das respectivas redes urbanas como uma parcela do saneamento básico. Destaca-se como objetivo: minimizar impactos ambientais relacionados às ações, obras e serviços de saneamento básico; e incentivar a utilização de equipamentos sanitários que auxiliem na redução do consumo de água.
		Lei nº 12.608/2012	Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC) – Dentre os objetivos desta lei e considerando a temática da pesquisa em pauta, destaca-se: estimular o desenvolvimento de cidades resilientes e processos sustentáveis de urbanização; monitorar eventos meteorológicos, hidrológicos, geológicos e outros que sejam potencialmente causadores de desastres; produzir alertas sobre possibilidades de ocorrência; desenvolver consciência nacional sobre os riscos de desastre.
ESTADUAL	RIO DE JANEIRO	Lei nº 7463/2016	Regulamenta os procedimentos para armazenamento de águas pluviais e águas cinzas para reaproveitamento e retardo da descarga na rede pública e dá outras providências. Torna obrigatório para edificações construídas a partir desta publicação, a construção de reservatórios de águas pluviais para edificações de qualquer natureza que apresentem área impermeável superior a 500m², sendo a capacidade do reservatório especificada na referida lei.
MUNICIPAL - REGIAO METROPOLITANA	DUQUE DE CAXIAS	Não foram encontrados instrumentos legais municipais específicos que contribuam para a gestão das cheias urbanas.	
	NITERÓI	Lei nº 1620/1997	Torna obrigatório para aprovação de edificações residenciais na Zona Urbana a taxa de impermeabilização máxima de 90%, exceto nos locais onde a legislação específica determine taxa maior.
		Lei nº 2.626/2008	Torna obrigatório na construção ou reforma de prédios públicos ou privados a execução de sistemas de retardamento do escoamento de águas pluviais para a rede de drenagem e aproveitamento para finalidades não-potáveis.

		Lei nº 2.630/2009	Disciplina os procedimentos de armazenamento de águas pluviais, ficando as novas edificações, públicas ou privadas, com área de telhado igual ou superior a 500 m ² ou edificações coletivas, residenciais, comerciais ou mistas que tenham mais de 50 unidades, na obrigatoriedade de serem dotadas de reservatórios de águas pluviais com capacidade especificada na referida lei.
		Lei nº 3.061/2013	Operação Urbana Consorciada da Área Central do ("OUC" da área central) Dispensa as novas edificações na OUC do cumprimento da exigência de taxa de impermeabilização se a faixa de afastamento adjacente ao passeio guardar 60% da área permeável, respeitando os critérios definidos.
	NOVA IGUAÇU	Lei nº 3.920/2008	Torna obrigatório a construção de reservatórios de águas pluviais para edificações em obras e reformas que possuam área impermeabilizada superior a 500m ² como condicionante a obtenção do alvará ou habite-se.
	RIO DE JANEIRO	Decreto nº 23.940/2004	Torna obrigatório a construção de reservatórios de águas pluviais para terrenos com área impermeabilizada acima de 500m ² , devendo o volume armazenado infiltrar no solo e então ser direcionado a rede após 1h de chuva ou ser direcionado para finalidades não potáveis.
		Decreto nº 35.745/2012	Cria a qualificação Qualiverde e estabelece critérios para a obtenção. Tem como objetivo incentivar ações e práticas sustentáveis destinadas a redução dos impactos ambientais, e os projetos que obtiverem essa qualificação têm tramitação prioritária no processo de licenciamento.
	SÃO GONÇALO	Lei nº 348/2011	Cria o sistema de reuso de águas pluviais, objetivando a instalação de reservatórios e a utilização de água para finalidades não potáveis, em órgãos públicos que possuam área impermeabilizada superior a 500m ² .
MUNICIPAL - INTERIOR DO ESTADO	CAMPOS DOS GOYTACAZES	Lei nº 8096/2009	Institui o Programa Municipal de Conservação e Uso Racional da Água e Reuso em Edificações, o qual tem como objetivos ações de conservação e uso racional da água, utilização de fontes alternativas e utilização de águas servidas, além disso, também propõem que deverão ser estudadas novas soluções técnicas a serem aplicadas nos projetos, como por exemplo os sistemas hidráulicos e captação, armazenamento e utilização da água da chuva e servidas.
		Decreto nº 63/2015	Regulamenta a Lei nº 8096/2009, e adota que deverá ser observado para captação e aproveitamento das águas de chuva, em edificações novas e nas já existentes, o que estabelece a NBR 15527/2007 sobre o aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis, sendo exigida para edificações residenciais coletivas, edificações residenciais com área construída superior a 300 m ² e edificações de exploração econômica com área construída acima de 400 m ² , e excluindo de tal exigência somente as que um corpo

		técnico da prefeitura considere como inviável tecnicamente (ausência de corpo física adequado e/ou estrutura imprópria do imóvel).
MACAÉ	Lei Complementar nº 141/2010 – Art. 140 – Parágrafo Único	Dispõe sobre o Código de Urbanismo do Municípios e dá outras providências. Sendo uma delas, a Taxa de Permeabilização, referente ao percentual obrigatório de área descoberta ou permeável do lote em relação à área total. Assim, são exigidas no mínimo 5% de área permeável para lotes de até 200 m ² , assumindo variações à depender da área total do lote e da atividade específica.
NOVA FRIBURGO	Lei nº 3046/1999	Estabelece que todo imóvel construído a partir do ano 2000 deve ter previsto um projeto de captação de águas pluviais e armazenamento, devendo ser armazenado um terço do volume de água tratada armazenada previsto no projeto de construção.
	Lei nº 3227/2002	Torna obrigatório nos projetos (construções, reformas ou ampliações) residenciais, comerciais e industriais, a reserva de área permeável no perímetro do terreno, à escolha do proprietário e na porcentagem a ser definida pela Poder Público. Além disso, também obriga e condiciona o Habite-se ao plantio de pelo menos uma árvore no passeio público, a ser definida pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente.
	Lei nº 4093/2012	Cria a calçada ecologicamente correta, a ser implantada nos principais corredores de Nova Friburgo e que tenham poucas áreas de evacuação de águas pluviais, de acordo com estudos e análises de órgão competentes da Prefeitura.
	Lei nº 4062/2012	Cria o Programa de Recuperação e Preservação da Permeabilidade do Solo, com o objetivo de diminuir as áreas impermeabilizadas, promovendo dentre outros fatores, a diminuição dos volumes escoados e dos riscos de enchentes, aumento da infiltração no solo e da qualidade de vida; através da implantação das calçadas verdes, pisos drenantes, pavimentação de ruas com materiais drenantes, quando possível. Além disso, deverão ser previsto canteiros sem pavimentação nas calçadas ou passeios públicos.
RIO DAS OSTRAS	Lei nº 1402/2009	Cria o Programa de Captação e Reuso de Águas Pluviais, com os objetivos principais de captar, armazenar e utilizar as águas pluviais. Sendo exigido um volume de reservatório pela multiplicação da área de cobertura da construção por 30 litros, com volume mínimo exigido de 2000 litros. Além disso, quando a somatórias das áreas das coberturas de unidades residenciais dentro de

			um mesmo terreno for maior ou igual a 70m ² , é obrigatória a instalação de um sistema de captação por unidade.
--	--	--	--

Fonte: Autores (2019)

4 ANÁLISE DAS LEGISLAÇÕES APLICADAS NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

O Atlas Brasileiros de Desastres Naturais 1991-2012 do CEPED UFSC (2013) apresenta registros dos dez piores eventos de enxurradas, alagamentos e inundações, em termos de: danos humanos relacionados aos eventos mais severos (que contabiliza o total de mortos, desabrigados, desalojados e afetados), mortes e danos materiais. E apesar de 4 dos 5 municípios estudados da região metropolitana do Rio de Janeiro apresentarem instrumentos de gestão, foram registrados para 2 desses 4 (São Gonçalo e Niterói) pelo menos uma posição.

Com relação ao Decreto nº 23.940/04, Vasconcelos, Miguez e Vazquez (2016), avaliaram por meio de modelagem computacional o efeito da adoção de determinadas técnicas compensatórias, em diversos cenários, implementando-as de forma isolada e combinada, e com chuvas de variadas durações e intensidades. Dentre essas técnicas, foi feito um estudo de caso de um terreno de 600m² utilizando o reservatório segundo a legislação vigente, e foi verificado que utilizá-lo isoladamente não contribui para o aumento da sustentabilidade da drenagem urbana, pois não foram verificados efeitos na redução das vazões de pico, no entanto, quando combinado à outras técnicas, como no caso do jardim rebaixado em paralelo, resultados expressivos foram verificados, com diminuição de até 72% da vazão de saída.

Percebe-se que na região metropolitana do Rio de Janeiro, analisado pela legislação estadual e municipal nos 5 municípios mais populosos, existe uma predominância a obrigatoriedade perante legislações municipais ao uso de

reservatórios de águas pluviais como principal forma de auxílio ao sistema de drenagem urbana e mitigação dos impactos das chuvas.

Analisando comparativamente os municípios da região metropolitana do estado do Rio de Janeiro que foram levantados no trabalho, pode-se perceber que Niterói se destaca em termos de quantidade de instrumentos legais de gestão das cheias urbanas com 4 instrumentos, seguido pelo município do Rio de Janeiro com 2, São Gonçalo e Nova Iguaçu com 1 instrumento cada um, e por último Duque de Caxias.

À princípio não foi possível identificar uma relação direta entre a adoção dos mesmos e a ocorrência dos eventos de cheias urbanas na região metropolitana, pois São Gonçalo e Niterói (que possuem instrumentos legais de gestão) apresentam pelo menos 1 posição entre os dez piores eventos de enxurradas, alagamentos e/ou inundações, em termos de danos humanos relacionados aos eventos mais severos (que contabilizam o total de mortos, desabrigados, desalojados e afetados), mortes e danos materiais.

Nas demais regiões, Macaé apresenta legislação introduzindo uma taxa de permeabilização, que varia de acordo com as dimensões do lote. Apesar de importante e pertinente, é preciso cuidado ao determinar tais porcentagens e em concentrar esforços na mitigação dos eventos de alagamentos e inundações apenas no fenômeno de infiltração, visto que este depende de características do solo como granulometria, estrutura, propriedades hidráulicas, entre outros.

Campos dos Goytacazes, por sua vez, torna obrigatória o reuso das águas pluviais de acordo com a área construída, sendo superior a 300 m² para edificações residenciais e superior a 400 m² para edificações comerciais. Rio das Ostras se baseia pela área de cobertura, exigindo volumes armazenados iguais a 30 vezes essa área. Percebe-se que ambos adotaram uma estratégia parecida e bastante relevantes, visto que além de retardarem as ondas de cheia, ainda a reutilizam para outros fins. É preciso ter cautela na definição dessas áreas, de forma que sejam eficientes na mitigação dos alagamentos e inundações. Além disso, também é importante garantir a fiscalização dessas legislações, de forma a confirmar que estão sendo praticadas.

Já Nova Friburgo se destaca por apresentar diversas legislações pertinentes: exige que seja armazenada e reutilizada volumes de água pluvial em cerca de um terço do armazenamento de água potável previsto em projeto; exige que seja prevista reserva de área permeável (a ser determinada pelo poder público); exige a implementação das calçadas ecologicamente corretas nos principais corredores da cidade e a criação do Programa de Recuperação e Preservação da Permeabilidade do Solo. Das legislações citadas e analisadas, as deste município são as que se mostram mais completas se realmente praticadas, principalmente devido a definição particular das áreas exigidas, e também por apresentar diferentes frentes de mitigação do problema.

É importante notar também que, apesar de serem áreas geograficamente distintas, todas apresentam legislações muito parecidas, com poucas variações. Além disso, com exceção da Lei nº 3227/2002 de Nova Friburgo, todas as demais leis generalizam as áreas da cidade com as exigências, podendo em determinadas áreas não apresentar resultados positivos e significativos que justifiquem a implementação.

No caso da lei destacada no parágrafo anterior, cabe ao Poder Público definir a porcentagem da área total do terreno destinada à área permeável, nessa situação, quando bem investigadas as condições de infiltração e permeabilidade dos solos das diversas localidades dentro da cidade, é possível apresentar resultados significativos quanto à gestão das águas pluviais, auxiliando a prevenir possíveis desastres.

Um fator de destaque na análise das leis referidas neste trabalho, é com relação às exigências do governo à sociedade em limitar o uso do solo e/ou construir reservatórios de águas pluviais, por exemplo. Apesar de, por vezes o governo estipular tais exigências à prédios privados e públicos também, inexistente uma meta de implantação aos referidos prédios públicos, os quais são de sua própria responsabilidade.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do que foi levantado, percebe-se que já existe uma tendência estadual de apoio governamental à inserção das técnicas compensatórias como complemento ao sistema de drenagem tradicional, com o objetivo de mitigar possíveis eventos de cheias urbanas e até mesmo reutilizar os volumes precipitados para diversos outros fins.

No entanto, é preciso maior atenção com as generalizações das legislações existentes, visto que, determinadas exigências podem não ter resultados significativos que a justifiquem pois dependem de fatores locais, os quais podem ser diferentes mesmo dentro da mesma cidade.

Nesse caso, a personalização da legislação, a depender das características específicas do local, pode ser um caminho para se ter resultados positivos e significativos com relação à gestão das águas pluviais. Além disso, apesar do governo incluir as edificações públicas em algumas das legislações analisadas, é possível perceber que inexistem uma meta concreta de implementação.

Sendo assim, justifica-se a pesquisa pela importância do tema em um cenário de frequentes eventos de cheias urbanas e na urgência de busca de instrumentos de gestão e técnicas mais eficazes na mitigação desses eventos, ficando evidente a necessidade de aprofundar os estudos relacionados a eficácia dos instrumentos de gestão adotados em cada área de cada município para considerar as características regionais que justifiquem a legislação adotada.

REFERÊNCIAS

AHIABLAME, L. M.; ENGEL, B. A. **Effectiveness of Low Impact Development Practices: Literature Review and Suggestions for Future Research.** Water Air Soil Pollut. 223:4253-4273. 2012.

BAPTISTA, M.; NASCIMENTO, N.; BARRAUD, S. **Técnicas Compensatórias em Drenagem Urbana.** ABRH. 2ª ed. Porto Alegre. 2011.

BRASIL. **Anuário Brasileiro de Desastres Naturais.** Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres - CENAD. Brasília, 2013.

BRASIL. **Lei n. 9.433**, de 8 de janeiro de 1997. Brasília. 1997. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm>. Acesso em: 01 mai. 2018.

BRASIL. **Lei n. 10.257**, de 10 de julho de 2001. Brasília. 2001. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm>. Acesso em: 01 mai. 2018.

BRASIL. **Lei n. 11.445**, de 5 de janeiro de 2007. Brasília. 2007. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm>. Acesso em: 01 mai. 2018.

BRASIL. **Lei n. 12.608**, de 10 de abril de 2012. Brasília. 2012. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12608.htm>. Acesso em: 01 mai. 2018.

BRASIL. **Programa de Drenagem Urbana Sustentável**. Ministério das Cidades. 2006. Manual para apresentação de propostas. 23 p. 2006.

CAMPOS DOS GOTACAZES. **Decreto n. 63** de 14 de julho de 2009. Disponível em: < <http://www.encurtador.com.br/bcmJ2>>. Acesso em 23 dez 2018.

CAMPOS DOS GOYTACAZES. **Lei n. 8096** de 14 de julho de 2009. Disponível em:< <http://www.encurtador.com.br/eDKZ0>>. Acesso em: 23 dez 2018.

CANHOLI, A.P. **Drenagem urbana e controle de enchentes**. 2ª ed. São Paulo. Oficina de Textos, 2014.

CEPED UFSC – CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ESTUDOS E PESQUISAS SOBRE DESASTRES. UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. **Atlas Brasileiro de Desastres Naturais de 1991 a 2012**. 2ª edição revista e ampliada. Florianópolis. 2013.

CHANG, N. B.; LU, J.; CHUI, T. F. M.; HARTSHORN, N. **Global policy analysis of low impact development for stormwater management in urban regions**. Land Use Policy. Vol. 70, 368-383 p. 2018.

DIETZ, M. E. **Low Impact Development Practices: A Review of Current Research and Recommendations for Future Directions**. Water Air Soil Pollut 186: 351-363. 2007.

EEA - European Environmental Agency. **Mapping the impacts of natural hazards and technological accidents in Europe - An overview of the last decade**. Copenhagen, 2010.

ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA. **The National Flood Insurance Reform Act of 2004**. 2004. Disponível em: <<https://www.fema.gov/media-library-data/20130726-1748-25045-4942/fira2004.pdf>>. Acesso em 15 abr. 2018.

FLETCHER, T. D.; SHUSTER, W.; HUNT, W. F.; ASHLEY R.; BUTLER, D.; ARTHUR, S.; TROWSDALE, S.; BARRAUD, S.; SEMADENI-DAVIES, A.; BERTRAND-KRAJEWSKI, J.; MIKKELSEN, P. S.; RIVAR, G.; UHL, M.; DAGENIS, D.; VIKLANDER, M. **SUDS, LID, BMPs, WSUD and more – The evolution and application of terminology surrounding urban drainage**. Urban Water Journal. Vol 12, nº 7, 525-542p. 2015.

GIVISIEZ, G. H. N.; OLIVEIRA, E. L. de. **Risco e vulnerabilidade social a desastres naturais no Brasil: proposta de um arcabouço para indicadores multiescalares**. In *Anais do I Congresso Nacional de Geografia Física*. Campinas. 2017.

GU, C. **Urbanization: positive and negative effects**. Science Bulletin, 64, 281-283. China. 2019.

HU, M.; SAYAMA, T.; ZHANG, X.; TANAKA, K.; TAKARA, K.; YANG, H. **Evaluation of low impact development approach for mitigation flood inundation at a watershed scale in China**. Journal of Environmental Management. Vol. 193, 430-438 p. 2017.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico. Séries Históricas. População, 1950-2010**. [2010?]. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/sociais/populacao/9662-censo-demografico-2010.html?=&t=series-historicas>>. Acesso em: 10 abr. 2018.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Séries Históricas e Estatísticas. **População**. (1970). Disponível em: <<https://serieestatisticas.ibge.gov.br/series.aspx?vcodigo=CD77>>. Acesso em 06 mai. 2018.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Séries Históricas e Estatísticas. **População**. (2010). Disponível em: <<https://serieestatisticas.ibge.gov.br/series.aspx?vcodigo=CD77>>. Acesso em 06 mai. 2018.

MACAÉ. **Lei complementar n. 141** de 03 de março de 2010. Disponível em: <<http://www.macaee.rj.gov.br/midia/conteudo/arquivos/1471911913.pdf>>. Acesso em 23 dez 2018.

MIGUEZ, M. G.; VERÓL, A. P.; REZENDE, O. M. **Drenagem urbana: do projeto tradicional à sustentabilidade**. 1ª ed. Ed Elsevier. Rio de Janeiro. 2016.

NOVA FRIBURGO. **Lei n. 3046** de 21 de dezembro de 1999. Disponível em: <<http://www.novafriburgo.cespro.com.br/visualizarDiploma.php?cdMunicipio=6811&cdDiploma=3155&NroLei=3.046&Word=&Word2=>>. Acesso em 23 dez 2018.

NOVA FRIBURGO. **Lei n. 3227** de 05 de dezembro de 2002. Disponível em: <<http://www.novafriburgo.cespro.com.br/visualizarDiploma.php?cdMunicipio=6811&cdDiploma=6405&NroLei=3.227&Word=&Word2=>>. Acesso em 23 dez 2018.

NOVA FRIBURGO. **Lei n. 4062** de 04 de maio de 2012. Disponível em: <<http://www.novafriburgo.cespro.com.br/visualizarDiploma.php?cdMunicipio=6811&cdDiploma=6847&NroLei=4.062&Word=&Word2=>>. Acesso em 23 dez de 2018.

NOVA FRIBURGO. **Lei n. 4093** de 18 de junho de 2012. Disponível em: <<http://www.novafriburgo.cespro.com.br/visualizarDiploma.php?cdMunicipio=6811&cdDiploma=5579&NroLei=4.093&Word=&Word2=>>. Acesso em 23 dez de 2018.

NETTO, A.; FERNANDEZ, M. F.; ARAUJO, R.; ITO, A. E. **Manual de Hidráulica**. 8ªed. São Paulo. Blucher. 1998.

NITERÓI. **Lei n. 1.620**, de 24 de dezembro de 1997. Disponível em: <<http://leismunicipa.is/ucbei>>. Acesso em 06 maio. 2018.

NITERÓI. **Lei n. 2.626**, de 31 de dezembro de 2008. Disponível em: <<http://leismunicipa.is/ripjl>>. Acesso em 06 maio. 2018.

NITERÓI. **Lei n. 2.630**, de 08 de janeiro de 2009. Disponível em: <<http://leismunicipa.is/ipjlr>>. Acesso em 06 maio. 2018.

NITERÓI. **Lei n. 3.061**, de 04 de dezembro de 2012. Disponível em: <<http://leismunicipa.is/luadh>>. Acesso em 06 maio. 2018.

NOVA IGUAÇU. **Lei n. 3.920**, de 14 de abril de 2008. Disponível em: <<https://camara-municipal-de-nova-iguacu.jusbrasil.com.br/legislacao/570603/lei-3920-08>>. Acesso em 06 maio. 2018.

QIN, H.; LI, Z.; FU, G. **The effects of low impact development on urban flooding under different rainfall characteristics**. Journal of Environmental Management. Vol. 129, 577-585 p. 2013.

REIS, R. P. A.; ILHA, M. S. de O. **Comparação de desempenho hidrológico de sistemas de infiltração de água de chuva: poço de infiltração e jardim de chuva.** Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 14, n.2, p.79-90, abr./jun. 2014.

RIBEIRO, A. M. **BMP's em drenagem urbana – Aplicabilidade em cidades brasileiras.** 2014. 104 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

RIO DAS OSTRAS. **Lei n. 1402** de 16 de dezembro de 2009. Disponível em: < <https://www.riodasostras.rj.gov.br/wp-content/themes/pmro/download/leis-e-codigos/luem/1402-2009.pdf>>. Acesso em: 23 dez 2018.

RIO DE JANEIRO. **Decreto n. 23.940**, de 30 de janeiro de 2004. Disponível em: < <http://www2.rio.rj.gov.br/smu/buscafacil/Arquivos/PDF/D23940M.PDF>>. Acesso em 06 maio. 2018.m3d4

RIO DE JANEIRO. **Decreto n. 35.745**, de 06 de junho de 2012. Disponível em: < http://smaonline.rio.rj.gov.br/legis_consulta/42362Dec%2035745_2012.pdf>. Acesso em 06 maio. 2018.m3d4

RIO DE JANEIRO. **Lei Estadual nº 7463**, de 18 de outubro de 2016. Disponível em: < <https://goo.gl/GVvkdR>>. Acesso em 06 de maio de 2018.

SÃO GONÇALO. **Lei n. 348**, de 03 de junho de 2011. Disponível em: < http://www.saogoncalo.rj.gov.br/diario/2011_06_10.pdf>. Acesso em 06 maio. 2018

SILVA, G. C. O. **Uso de instrumentos da gestão do risco de cheias como ferramenta no planejamento urbano.** Tese (Doutorado) em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro/COPPE. Rio de Janeiro, 2017.

SU, W.; YE, G.; YAO, S.; YANG, G. **Urban Land Pattern Impacts on Floods in a New District of China.** Sustainability, 6, 6488-6508. 2014.

TAVARES, L. P. da S.; JUNIOR, J. L.; SILVA, J. A. F.; WASSERMAN, J. C.; RODRIGUES, P. P. G. W. **Water management and urban flood mitigation: studies and proposals for the Macaé river basin in Brazil.** Jornal of Urban and Environmental Engineering, v. 12, n. 2, p. 188-200. 2018.

TUCCI, C. E. M. **Regulamentação da drenagem urbana no Brasil.** REGA, Porto Alegre, v. 13, n. 1, p. 29-42, jan./jun. 2016

UNIÃO EUROPEIA. Diretiva 2007/60/CE – **Avaliação e Gestão dos Riscos de Inundação.** 2007. Disponível em: <<http://eur-lex.europa.eu/legal->

content/PT-EN/TXT/?uri=CELEX:32007L0060&from=EN>. Acesso em: 15 abr. 2018.

UN - UNITED NATIONS. Department of Economic and Social Affairs, Population Division. **World Urbanization Prospects: The 2014 Revision.** (ST/ESA/SER.A/366). 2015.

UNDP – UNITED NATION DEVELOPMENT PROGRAMME. **Reducing disaster risk: a challenge for development.** New York. 2004.

ZHIHUA, Z.; XIAOHONG, C. **Evaluating the Effects of Low Impact Development Practices on Urban Flooding under Different Rainfall Intensities.** Water. Vol 9, nº 7, 548. 2017.

Enviado em: 14 fev. 2018

Aceito em: 19 jun. 2019

Editor responsável: Mateus das Neves Gomes