

XII ENCONTRO NACIONAL DE ÁGUAS URBANAS

SELEÇÃO DE CRITÉRIOS PARA ANÁLISE DE VULNERABILIDADE A ALAGAMENTOS A PARTIR DE DADOS DO SNIS-ÁGUAS PLUVIAIS

Clarice Carvalho Silva¹; Maria Elisa Leite Costa² & Carlos Henrique Ribeiro Lima³

RESUMO – Compreender a vulnerabilidade urbana a alagamentos nos municípios brasileiros é importante para a implantação de políticas públicas e planejamento urbano adequado. Em geral, a falta de informações é uma das maiores dificuldades para a definição da vulnerabilidade no Brasil. Neste sentido, o Ministério das Cidades vem buscando levantar dados e realizar um diagnóstico nacional sobre os serviços municipais de drenagem urbana, por meio do módulo de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas do Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento (SNIS-AP). Por isso, este artigo discute a seleção de oito critérios, organizado em quatro pilares: gestão de riscos, planejamento e gestão, infraestrutura e manutenção, que serão utilizados como base para analisar e classificar os municípios brasileiros com relação ao seu grau de vulnerabilidade a alagamentos. Com a análise prévia dos dados, foi possível perceber que dos municípios pesquisados, cerca de 88% afirmaram que tiveram alagamentos em 2015, porém menos de 25% possuem um Plano Diretor de Drenagem, essencial para o enfrentamento deste problema. Percebeu-se, ainda, que os sistemas de drenagem existentes até passam por manutenção, cerca de 92%, porém somente 14% deles a cobertura da infraestrutura deles (dispositivos e canais) entre 75 e 100% na cidade.

ABSTRACT– Understanding the urban vulnerability to flood in Brazilian municipalities is important for adequate public policies and urban planning. In general, the lack of information is one of the biggest difficulties in defining the vulnerability in Brazil. In this scenario, the Ministry of Cities has been researching for data collection in order to produce a national diagnosis on municipal urban drainage services, through the Urban Drainage module of the National Information System on Sanitation (SNIS-AP). Therefore, this article discusses the selection of eight criteria, organized into four pillars: risk management, planning and management, infrastructure and maintenance, which in the future can be used as basis to analyze and classify Brazilian municipalities in relation to their degree of vulnerability to flooding. With the previous analysis of the data, it was possible to perceive that of the municipalities surveyed, about 88% stated that they had floods in 2015, but less than 25% have a Drainage Master Plan, essential for handling with this problem. It was also noticed that the existing drainage systems are up to maintenance, about 92%, but only 14% of them cover their infrastructure (devices and channels) between 75 and 100% in the city.

Palavras-Chave – SNIS, vulnerabilidade, alagamentos, drenagem urbana.

1) Mestranda pelo Programa de Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos da UnB e Pesquisadora do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, vinculado ao Ministério das Cidades e ao Centro de Desenvolvimento Tecnológico da Universidade de Brasília., Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. Campus Universitário Darcy Ribeiro, Asa Norte. claricemda@gmail.com

2) Doutoranda pelo Programa de Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos da UnB. Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. Campus Universitário Darcy Ribeiro, SG -12, Sala 04, Asa Norte, marinaelisa@unb.br.

3) Professor do Programa de Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos da Universidade de Brasília. Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. Campus Universitário Darcy Ribeiro Asa Norte, SG 12. Sala 08. chrlima@unb.br

1 - INTRODUÇÃO

A grande pressão da população sobre os recursos naturais, principalmente nas regiões metropolitanas, interfere no comportamento do ciclo hidrológico. É nesse contexto que os problemas ambientais emergem como resultado dos processos de produção das estruturas urbanas e regionais, podendo resultar no aumento da frequência e da intensidade dos fenômenos naturais, elevando o grau de vulnerabilidade da sociedade à ocorrência de desastres, como os alagamentos.

No Brasil, são comuns os desastres relacionados a deslizamentos de terra, enchentes e alagamentos. Porém, a chuva não é o único elemento deflagrador das catástrofes, pois a vulnerabilidade envolve, além de fatores naturais como o regime pluviométrico, fatores socioeconômicos e culturais (Rasch, 2016). De fato, áreas vulneráveis são, geralmente, aquelas onde está presente a degradação ambiental associada à desigualdade social (Marandola Jr. & Hogan, 2005). Logo, a ocupação inadequada de áreas sujeitas a alagamentos associada a processos políticos, econômicos e culturais são as principais causas de vulnerabilidade urbana (Perez Filho *et al.*, 2006).

O número de pessoas afetadas por desastres, mesmo durante eventos pluviais não tão extremos, têm crescido nos últimos anos. De fato, a Pesquisa de Informações Básicas Municipais, (IBGE, 2014), identificou que, entre os anos de 2008 e 2012, 2.065 municípios brasileiros (37,1% do total) declararam ter sido atingidos por alagamentos, sendo a maior concentração nas Regiões Sudeste e Sul e em municípios com mais de 50.000 habitantes.

Por isso, o Brasil tem muito a avançar em termos de pesquisa científica, que objective estabelecer políticas públicas eficientes, bem como planos e programas que adotem a vulnerabilidade a alagamentos como prioridade no planejamento urbano. Para atingir esses objetivos, é necessário que existam instrumentos específicos, como planos municipais de redução de risco, leis específicas contemplando a prevenção de desastres, entre outros, que são de extrema importância para o gerenciamento do risco de alagamentos (Park & Tagles, 2011).

Neste sentido, o Ministério das Cidades vem buscando levantar dados e realizar um diagnóstico nacional sobre os serviços municipais de drenagem urbana por meio do módulo de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas do Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento (SNIS-AP), que foi lançado em 2015, e apresentou a sua primeira compilação de dados relacionados aos sistemas de drenagem urbana do país em junho de 2018. No primeiro ano de funcionamento, o SNIS-AP alcançou 2541 municípios brasileiros (46% do total), dentre os quais foram identificados 613 municípios com registros de alagamentos apenas no ano de 2015.

As informações coletadas pelo SNIS-AP são auto declaradas pelos municípios brasileiros e

reúnem um conjunto de dados sobre infraestrutura e manutenção dos sistemas de drenagem, além de gestão de riscos e dados sobre desastres naturais e pessoas impactadas. O acesso e disponibilização pública de tais informações objetivam subsidiar a formação de agenda de políticas públicas, projetos e programas no âmbito da drenagem urbana, e no processo de tomada de decisão sobre investimentos federais (BRASIL, 2018).

Dessa forma, o objetivo principal deste artigo é avaliar alguns critérios expostos no SNIS-AP e que possam ser utilizados para auxiliar na construção de um índice de vulnerabilidade a alagamentos dos municípios brasileiros.

2 - VULNERABILIDADE URBANA

A vulnerabilidade é entendida como o grau de exposição e de suscetibilidade de uma população a danos por um desastre natural (UNITED NATIONS DISASTER RELIEF ORGANIZATION, 1980), revelando a fragilidade e a capacidade de um grupo para superar a crise provocada por um acontecimento possível (Veyret, 2007). Em outras palavras, a vulnerabilidade é a capacidade que um grupo tem de prever e preparar-se para um desastre (Ribeiro, 2010), por isso, entender a vulnerabilidade é relevante para a identificação de problemas urbanos e definição de diretrizes que possam estabelecer as bases adequadas para organização do espaço geográfico (Nascimento, 2016).

Neste estudo, o conceito vulnerabilidade está associado aos eventos de chuva, que geram os alagamentos nos municípios brasileiros, devido, principalmente aos sistemas de drenagem urbana ineficientes ou inexistentes e à falta de instrumentos de planejamento, de alerta e de prevenção de desastres.

Medeiros (2013) citam que os alagamentos ocorrem frequentemente em áreas onde há falhas estruturais nos sistemas de drenagem, onde a manutenção dessas estruturas é precária e em locais onde a coleta de resíduos sólidos nas áreas urbanas é ineficiente. Essas características geram as condições ideais para que os alagamentos ocorram.

No Brasil, os tipos de desastres mais frequentes estão associados a eventos hidrológicos extremos, sendo a precipitação um dos elementos meteorológicos que exerce maior influência sobre as condições ambientais (Tucci, 2007). O Ministério do Meio Ambiente (2014) identificou as regiões Nordeste do Brasil e a Amazônia como as mais vulneráveis, devido, principalmente, aos efeitos das mudanças climáticas.

Porém, há diversos fatores além das precipitações que indicam a susceptibilidade a alagamentos, por isso, este trabalho visa fazer uma análise inicial de alguns critérios de gestão de

drenagem urbana e que possam servir para subsidiar a construção de um índice de vulnerabilidade a alagamentos dos municípios brasileiros.

3 - ANÁLISE DOS CRITÉRIOS

Com o objetivo de elaborar um índice de vulnerabilidade urbana a alagamentos dos municípios brasileiros, definiu-se inicialmente quatro pilares para obtenção de informações acerca da drenagem urbana nos municípios brasileiros: gestão de riscos, planejamento e gestão, infraestrutura e manutenção. Para cada um dos pilares, foram definidos critérios para levantamento de informações junto ao SNIS-AP, conforme apresentado na Figura 1. Assim, pretende-se utilizar esses critérios para avaliar se os municípios possuem sistemas de drenagem urbana adequados para o amortecimento dos alagamentos e consequentemente definir um índice de vulnerabilidade para cada município.



Figura 1 – Critérios para determinação do índice de vulnerabilidade.

Bloco 1: Gestão de riscos

O primeiro pilar, *gestão de riscos*, reúne informações obtidas a partir do número de ocorrências registradas no Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID), da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC). O S2ID integra diversos produtos com o objetivo de qualificar e dar transparência à gestão de riscos e desastres no Brasil, por meio da informatização de processos e disponibilização de informações sistematizadas (BRASIL, 2018).

Assim, as informações de gestão de risco selecionadas foram o número de alagamentos e o

número de desabrigados ou desalojados na área urbana dos municípios devido aos eventos de alagamentos.

Critério 1 – Número de alagamentos na área urbana dos municípios

As informações sobre o número de alagamentos têm como base o reconhecimento de situação de emergência ou estado de calamidade pública nos municípios devido a eventos críticos, onde houveram danos materiais e pessoas desabrigadas durante o ano de referência e precisam de intervenções do Governo Federal. Esses dados são, portanto, subdimensionados, pois não levam em conta eventos em que não é de interesse dos municípios acessar recursos do Governo Federal. Por isso, o SNIS-AP, atualiza os alagamentos não quantificados pelo S2ID, por meio de informações autodeclaradas pelos municípios participantes, e contabiliza os eventos extremos observados pelos gestores municipais ano a ano. De fato, enquanto no ano de 2015, houve 76 municípios com registro de alagamentos na defesa civil, o SNIS contabilizou, para o mesmo ano, outros 562 municípios com ocorrências, totalizando 638 municípios.

Critério 2 – Número de desabrigados ou desalojados na área urbana dos municípios

Outro critério importante é o número de desabrigados ou desalojados, pois indica o impacto causado à sociedade afetada diretamente pelos eventos de alagamentos. São consideradas pessoas desabrigadas as que tiveram suas habitações afetadas por dano ou ameaça de dano e que necessitam de abrigo provido pelo governo, seja pela administração pública federal, estadual ou municipal; enquanto pessoas desalojadas são aquelas que foram obrigadas a abandonar temporária ou definitivamente suas casas, em função de evacuações preventivas, destruição ou avaria grave, e que, não necessariamente, carecem de abrigo (Brasil, 2007).

As figuras 2 e 3 ilustram as quantidades de ocorrências de 2011 a 2017 para alagamentos e desabrigados/desalojados registrados no S2ID e a atualização do SNIS em 2015. É possível perceber que houve uma crescente no número de alagamentos entre 2011 e 2013, voltando a crescer somente em 2017. O número de desabrigados e desalojados não seguiu a mesma lógica, tendo seu maior número em 2013, com 93.540, enquanto que em 2017 foi registrado o maior número de alagamentos, 129, com registro de 17.900 desabrigados/desalojados.

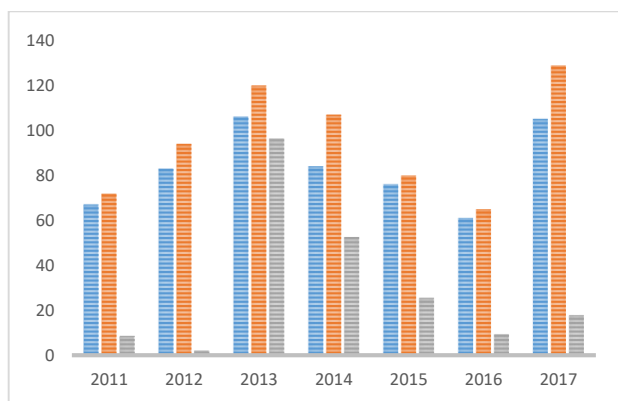


Figura 2 – Ocorrências sobre gestão de riscos registradas no banco de dados do S2ID.

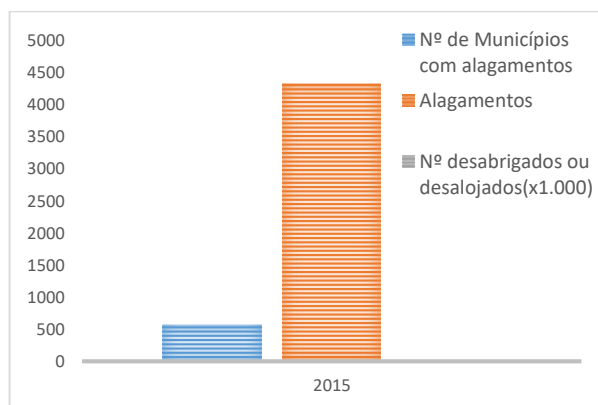


Figura 3 – Ocorrências sobre gestão de riscos registradas no banco de dados do SNIS em 2015.

Bloco 2: Planejamento e Gestão

Buscando avaliar o nível de preparação dos municípios para enfrentar os eventos de alagamentos, é importante que seja avaliada a existência de alguns instrumentos de planejamento e gestão, como plano diretor de drenagem urbana e sistemas de alerta, por exemplo.

Critério 3 – Sistemas de Alerta

Os sistemas de alerta são sistemas de transmissão rápida de dados que ativam mecanismos de alarme em casos de eventos críticos. Podem ser equipamentos de som, de alarme, de radiocomunicação, sistemas de telecomunicação, entre outros. A existência desses sistemas indica se a população está preparada para se proteger ou deixar suas residências a tempo, em caso de eventos extremos (BRASIL, 2012).

Em 2015, dos 638 municípios com alagamentos, o SNIS-AP detectou que apenas 126 possuíam sistemas de alerta, contra 483 sem nenhum tipo de alerta à população, enquanto que em 29 municípios não foi possível obter dados.

Critério 4 – Plano diretor de drenagem urbana (PDDU)

O Plano Diretor é o estudo de engenharia no âmbito de planejamento, que cria mecanismos de gestão para a bacia hidrográfica, comparando alternativas, cenários e soluções possíveis, em função das mais diversas técnicas de drenagem disponíveis (TUCCI, 2005). Por meio do PDDU, os gestores municipais podem avaliar e priorizar os problemas e as necessidades presentes e futuras, visando evitar perdas econômicas, melhorar as condições de saneamento e melhorar a qualidade do meio ambiente das cidades.

Na figura 4, são observados os resultados desse bloco. Percebe-se que menos de 20% dos municípios possuem sistemas de alertas, enquanto que nem 25% apresentam os PDDU, o que demonstra a falta de conhecimento da ampla maioria dos municípios frente as questões de

drenagem urbana.

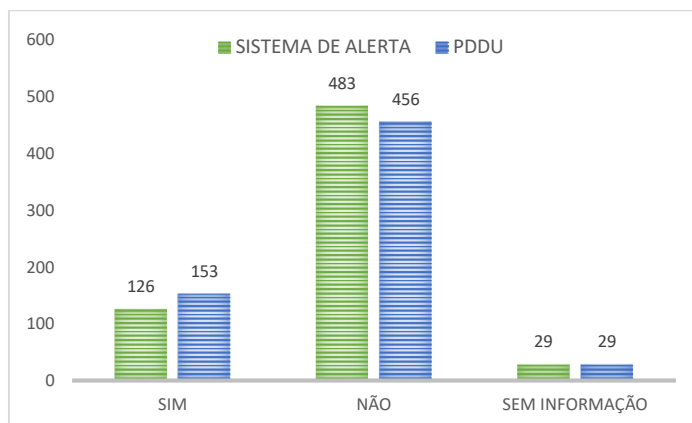


Figura 4 – Resultados do bloco de planejamento e gestão do SNIS 2015.

Bloco 3: Infraestrutura

O alagamento urbano pode ocorrer devido a deficiências no sistema de drenagem, por isso, a avaliação da infraestrutura é essencial para mensurar a vulnerabilidade. Pensando nisso, foi selecionado o bloco relativo à infraestrutura, com os critérios discutidos a seguir.

Critério 5-Taxa de Impermeabilização

Mede a extensão de vias pavimentadas em relação à extensão total de vias existentes nas áreas urbanas dos municípios. É calculado pela divisão entre a extensão total de vias públicas urbanas com pavimento e meio-fio e a extensão total de vias públicas urbanas do município. Quanto maior a impermeabilização da área urbana de um município, maior o escoamento superficial da água, pois há redução na infiltração.

Critério 6 - Taxa de Cobertura do Sistema de drenagem

Este critério tem o efeito contrário do anterior. Pois, quanto maior a relação entre a extensão de vias urbanas com canais subterrâneos e a extensão total de vias urbanas, teoricamente, menor é a chance de ocorrer alagamento, uma vez que a água escoar por esses canais. Esse critério é calculado pela divisão entre a extensão total de vias públicas urbanas com redes ou canais de águas pluviais, e a extensão total de vias públicas urbanas do município.

Critério 7 – Densidade de captações de águas pluviais por unidade de área urbana

Este critério completa a informação do critério anterior, pois busca quantificar se os sistemas de drenagem possuem captações suficientes para recolher a água superficial e escoar pelos condutos, medindo, assim, a quantidade de captações de águas pluviais, incluindo as bocas de lobo pela área urbana. Quanto maior a densidade de captações, teoricamente, mais bem preparado está o município para escoar a água superficial.

Na figura 5, percebe-se que a maioria dos municípios ainda apresentam um sistema de drenagem que não engloba todo o município, o que pode gerar danos à população, somente cerca de 14% dos municípios possuem entre 75-100% de cobertura do sistema de drenagem, enquanto a maioria deles, cerca de 50% só alcança até 25% do município, o que implica que muitos habitantes ainda não dispõem desse sistema próximo as suas casas. O critério de impermeabilização ainda é considerado difícil de ser mensurado, por isso ainda há poucos dados sobre essa informação.

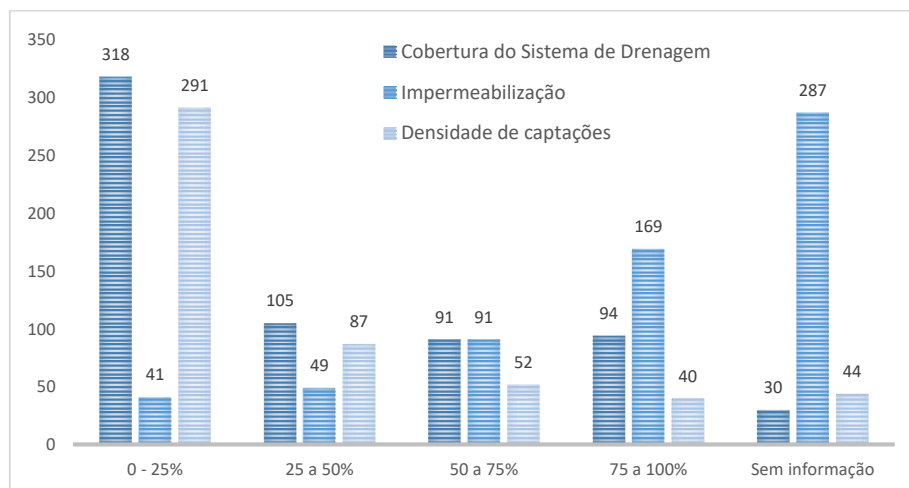


Figura 5 – Resultados do bloco de infraestrutura do SNIS 2015.

Bloco 4: Manutenção

Neste bloco avalia-se de forma mais ampla se a ocorrência de alagamentos está associada à falta de cuidado e manutenção dos municípios com relação aos sistemas de drenagem existentes.

Critério 8 - Intervenções ou manutenções realizadas no sistema de drenagem

Este critério mapeia os tipos diferentes de intervenções ou manutenções no sistema de drenagem que foram realizadas nos municípios. São considerados os serviços de manutenção e conservação periódica dos sistemas de drenagem urbana que incluem a limpeza, desobstrução, manutenção ou recuperação dos dispositivos, bem como a dragagem ou desassoreamento de canais abertos, lagos e reservatórios, a manutenção e proteção de taludes dos reservatórios, e a limpeza das margens de cursos d'água naturais e de lagos.

Na figura 6, percebe-se que cerca de 92% dos municípios, realizam pelo menos um desses serviços ao menos 1 vez ao ano, o que em muitos casos é suficiente, se feito antes da estação chuvosa, o que demonstra a conscientização por parte dos gestores que os sistemas necessitam de cuidados para que alcancem os objetivos e evitem os alagamentos nas cidades.

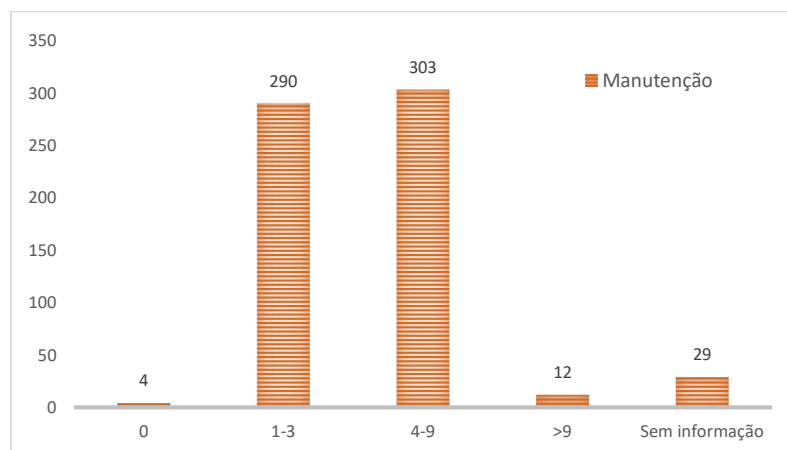


Figura 6 – Resultados do bloco de manutenção do SNIS 2015.

Por meio dos critérios selecionados, pretende-se, construir um modelo, com auxílio de ferramentas de geoprocessamento, onde será possível avaliar os critérios mencionados e agrupar os municípios em quatro classes de vulnerabilidade: baixa, média, alta e muito alta. Essa avaliação servirá como base para a formulação de políticas públicas voltadas a ações de prevenção de alagamentos pelos órgãos responsáveis.

Os critérios indicados, se associados ao emprego de geotecnologias, podem gerar resultados interessantes, tendo em vista a possibilidade de coleta, organização, armazenamento e análise de grande quantidade de dados, além de manipular, de uma forma simples e eficiente, as funções que representam os processos ambientais em diversas regiões, que, devido à complexidade dos desastres naturais, seriam praticamente inviáveis, se tratados utilizando-se métodos analógicos e/ou tradicionais.

4 - CONCLUSÃO

No Brasil, é necessário, a identificação e mapeamento das áreas de vulnerabilidade, considerando não apenas os eventos de críticos de chuvas, mas também outros fatores como o planejamento, a infraestrutura e a manutenção dos sistemas de drenagem urbana, que são ferramentas importantes para a prevenção e mitigação dos impactos causados pelos alagamentos, e consequente diminuição da sua vulnerabilidade.

Dos municípios pesquisados pelo MinC via SINIS - AP, cerca de 88% afirmaram que tiveram alagamentos em 2015, porém menos de 25% possuem um Plano Diretor de Drenagem, essencial para o enfrentamento dos problemas de alagamento. Percebeu-se que os sistemas de drenagem existentes até passam por limpeza, cerca de 92%, porém a cobertura da infraestrutura

deles (dispositivos e canais) ainda é ineficiente, pois somente 14% tem a cobertura entre 75 e 100%.

Sendo assim, os critérios indicados, serão associados ao emprego de geotecnologias, e contemplarão um índice que possibilitará a hierarquização dos municípios brasileiros frente a vulnerabilidade a alagamentos.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao CTD/UnB e ao Ministério das Cidades.

REFERÊNCIAS

- BRASIL (2007). *“Política Pública de Prevenção e Resposta aos Desastres: as ações da SEDEC de 2003 a 2006”*. Relatório de avaliação. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Defesa Civil. Brasília, DF: SEDEC.
- BRASIL (2012). *“Guia de orientações para elaboração de exercícios simulados de preparação para os desastres”*. Ministério da Integração Nacional, 68 p.
- BRASIL (2014). *“Recursos Hídricos no Brasil”*. Ministério Do Meio Ambiente, 33 p.
- BRASIL (2018). *“Diagnóstico de drenagem e manejo das águas pluviais urbanas – 2015”*. Ministério das Cidades. Brasília – DF, 190 p.
- IBGE (2014). *“Perfil dos Municípios Brasileiros - Pesquisa de informações básicas municipais – 2013”*.
- MARANDOLA JR., E.; HOGAN, D. J. (2005). *“Vulnerabilidades e riscos: entre geografia e demografia”*. Revista Brasileira de Estudos de População, v. 22, n. 1, p. 29–53.
- MEDEIROS, V. S. (2013). Análise estatística de eventos críticos de precipitação relacionados a desastres naturais em diferentes regiões do Brasil, 207 p.
- NASCIMENTO, M. C. (2016). *“Contribuição metodológica para seleção de indicadores de vulnerabilidade socioambiental por meio das geotecnologias à região metropolitana de maceió”*. Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Câmpus de Rio Claro, 214 p.
- PARK, E.; TAGLES, H. D. (2011). *“Epidemiología de Desastres Naturales”*. Revista Tempus - Actas de Saúde Coletiva, v. 5, n. 4, p. 11–18.
- PEREZ FILHO, A. et al. (2006). *“Monitoramento e gerenciamento de bacias urbanas associados a inundação: diagnose da bacia do Ribeirão Quilombo na região metropolitana de Campinas utilizando geotecnologias”*. Departamento de Geografia. Universidade de São Paulo, v. 19, p. 44–54.
- RASCH, R. J. (2016). *“Assessing urban vulnerability to flood hazard in Brazilian municipalities”*. Environment and Urbanization, v. 28, n. 1, p. 145–168.
- RIBEIRO, W. C. (2010). *“Riscos e vulnerabilidade urbana no Brasil”*. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales, v. 14, n. 331, p. 16.
- TUCCI, C. (2005). *“Plano Diretor De Drenagem Urbana De Campo Grande”*. v. VI, p. 1–39.
- TUCCI, C. (2007). *“Inundações urbanas”*. 11. ed. Porto Alegre: ABRH/RHAMA.
- UNITED NATIONS DISASTER RELIEF ORGANIZATION. (1980). *“Natural Disasters and Vulnerability Analysis”*. Disasters, 49 p.
- VEYRET, Y. (2007). *“Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente”*. São Paulo: Contexto.