



ISSN: 2230-9926

Available online at <http://www.journalijdr.com>

IJDR

International Journal of Development Research
Vol. 11, Issue, 12, pp. 52969-52974, December, 2021

<https://doi.org/10.37118/ijdr.23649.12.2021>



RESEARCH ARTICLE

OPEN ACCESS

PERMEABLE SIDEWALKS AS AN ALTERNATIVE TO MINIMIZE THE FLOOD PROBLEMS IN THE CITY OF SÃO BERNARDO DO CAMPO, SÃO PAULO STATE

Rosana Torrano, Evandro Roberto Tagliaferro, Denise Regina da Costa Aguiar, Danila Fernanda Rodrigues Frias*

Post-graduate Program in Environmental Sciences, Brazil University, São Paulo, Brazil

ARTICLE INFO

Article History:

Received 01st September, 2021

Received in revised form

27th October, 2021

Accepted 29th November, 2021

Published online 30th December, 2021

Key Words:

Draining Floor; Floods;
Permeable Pavements;
Urban Water Sources.

*Corresponding author:

Danila Fernanda Rodrigues Frias

ABSTRACT

Abstract: Large urban centers have been suffering over the years with flooding problems due to the rampant urbanization accompanied by inadequate infrastructure and consequent soil impermeability. **Objective:** The objective of this study was to evaluate the actions carried out in the city of São Bernardo do Campo to prevent the occurrence of floods. **Methods:** A bibliographic study of related research in different municipalities similar to this work, and data survey was conducted on urban legislation, works and strategic planning, the municipal code, estimate of the population and water-source conservation areas and the existing drainage measures. Based on the results, an amendment to article 79 of the municipal code was proposed for the use of permeable floors to be mandatory. **Results:** About 98.3% of the population of the municipality resides in urban areas and 1.7% in rural areas, with 25.7% living in of water-source protection and recovery areas of and 16.7% in areas at risk of natural disasters. In the months of November to March, there is an increase in precipitation rates, with the occurrence of floods and landslides concentrating in this period. The municipal code does not provide for the use of permeable sidewalks. **Conclusions:** With the conclusion of this research, it was shown that the city has recurrent flooding problems. However, as a way to minimize floods, the municipality acts on macro- and micro-drainage works, without the use of permeable sidewalks. The approval of the regulation for the mandatory use of these sidewalks will bring advantages to the municipality in terms of coping with floods, providing benefits to public coffers, the population and the environment.

Copyright © 2022, Rosana Torrano et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Citation: Rosana Torrano, Evandro Roberto Tagliaferro, Denise Regina da Costa Aguiar, Danila Fernanda Rodrigues Frias. "Permeable sidewalks as an alternative to minimize the flood problems in the city of São Bernardo do Campo, São Paulo State", *International Journal of Development Research*, 12, (01), 52969-52974.

INTRODUCTION

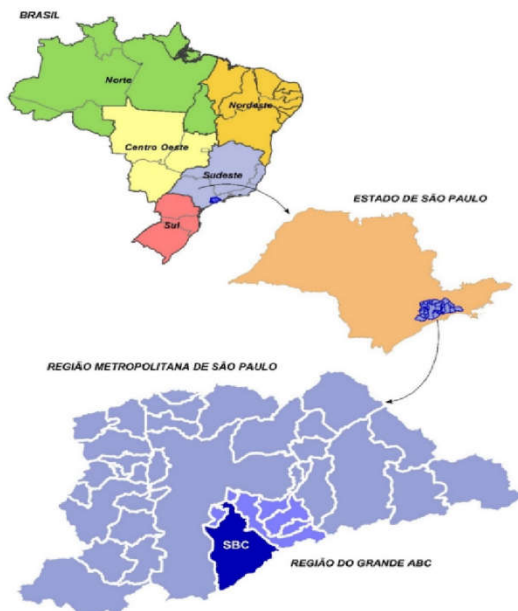
O problema de enchentes nos centros urbanos decorrentes sobretudo das águas pluviais se dá devido ao grau de urbanização nas cidades, que se iniciaram próximas às várzeas dos rios e a beira mar, por conta da necessidade de proximidade da população com os corpos hídricos, já que os mesmos sempre foram utilizados como fonte de subsistência, além de importante via de transporte para o desenvolvimento, o que acabou causando a canalização destes rios em galerias (CANHOLI, 2005). Não bastasse a canalização dos rios, temos a impermeabilização dos solos devido ao crescimento populacional, acrescido da falta de planejamento das gestões públicas, associados à insuficiência de manutenção do sistema de esgotos sanitários e pluvial (Canholi, 2005). O desenvolvimento urbano tem como consequência natural o aumento do escoamento superficial, causando maiores cheias urbanas, devido ao desequilíbrio do balanço hídrico nas cidades, principalmente por conta da impermeabilização dos solos por meio do asfaltamento dos logradouros públicos e

construções (TUCCI, 2000). O cenário não é outro na cidade de São Bernardo do Campo (SBC) que, ao longo dos anos, vem sofrendo com as enchentes decorrentes das águas pluviais devido ao crescimento populacional da cidade, que de acordo com os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) possuía população de 765.463 habitantes em 2010 e taxa de urbanização de 98,33%, com estimativa para 838.936 habitantes em 2019, ou seja, crescimento populacional anual 0,85% (IBGE, 2020). Apesar deste cenário de crescimento populacional, o ente público continua com os sistemas de drenagem convencionais, ou seja, fazendo uso de estações elevatórias, piscinões, bocas de lobo, galerias, rios e córregos canalizados. Porém, tais recursos não são suficientes para minimizar os impactos decorrentes das águas pluviais em face à grande urbanização da cidade, e outros recursos eficazes, como por exemplo, uso de calçadas com piso drenante, não previsto no programa de combate às enchentes em São Bernardo do Campo (SÃO BERNARDO DO CAMPO, 2020). A estrutura deficitária do sistema de drenagem da cidade acaba por acarretar, na época das chuvas, inundações e alagamentos, conforme ocorreu recentemente no município, o que fez com que fosse decretado estado de calamidade

pública (SÃO BERNARDO DO CAMPO, 2019). Neste cenário, o sistema de calçada permeável ou drenante pode atuar como medida de ação para auxiliar na solução do problema das enchentes decorrentes das águas pluviais em São Bernardo do Campo. Na verdade, este tipo de pavimento já se encontra normatizado pela ABNT por meio da Norma Brasileira (NBR) 16416:2015 (ABNT, 2015). Vale ressaltar, inclusive, que a construção das referidas calçadas pode ser muito importante para as áreas de proteção, conservação e recuperação de mananciais da região, o que torna o município um espaço de especial interesse sanitário e ambiental (SÃO BERNARDO DO CAMPO, 2018). As calçadas drenantes têm sido apontadas como forma de alternativa para minimizar os impactos das águas pluviais de uma forma sustentável para o meio ambiente, já que este tipo de pavimento pode ser construído com absorção total da água drenada, com absorção parcial e sem absorção da água drenada. Dessa forma, tudo irá depender do tipo de solo e da funcionalidade que se quer obter deste tipo de pavimento, tendo em vista que ele possibilita, inclusive, que as águas pluviais sejam reaproveitadas por meio de um sistema de captação que pode ser feito junto ao piso drenante, quando utilizado o pavimento drenante sem infiltração (ABNT, 2015). Assim, objetivou-se neste trabalho avaliar as ações executadas no município de São Bernardo do Campo para impedir a ocorrência de enchentes visando minimizar o impacto causado à população e ao meio ambiente.

MATERIAL E MÉTODOS

Município de estudo: A referida pesquisa foi realizada na cidade de São Bernardo do Campo, município localizado entre a capital paulista e o porto de Santos, na região Sudeste do Brasil, no Estado de São Paulo. Compõe um dos sete municípios do ABC Paulista: Santo André, Mauá, Diadema, Ribeirão Pires, Rio Grande da Serra e São Caetano do Sul. De acordo com os dados do IBGE (2020), São Bernardo do Campo figurava como a 4ª maior cidade em população em relação ao Estado de São Paulo e a 23ª maior cidade do Brasil, com uma extensão territorial de 409,532km² e população estimada em 2019 de 838.936 habitantes.



Fonte: São Bernardo do Campo, 2019.

Figura 1. Localização do município de São Bernardo do Campo no estado de São Paulo

O município encontra-se com cerca de 52% do seu território inserido em área de proteção e recuperação dos mananciais Billings, onde o espelho d'água da represa ocupa 19% desta área (SÃO BERNARDO DO CAMPO, 2019). O relevo da cidade é bem peculiar, pois se divide entre áreas do Planalto Atlântico que é constituído de relevo

suavizado de morros e espigões de alturas medianas que drenam para o Rio Tamanduateí; e da Serra do Mar, que é o relevo de transição entre o Planalto Atlântico e Planície Costeira da Baixada Santista. A ocupação desenfreada descaracteriza o relevo da cidade (SÃO BERNARDO DO CAMPO, 2010). O município se encontra inserido em um dos cursos d'água mais extenso do estado de São Paulo, nas cabeceiras da bacia hidrográfica do Rio Tietê e na sub-região Billings-Tamanduateí cujo manancial mais importante é o reservatório Billings. O Ribeirão dos Couros e o Ribeirão dos Meninos são os principais cursos d'água da cidade e cruzam áreas densamente ocupadas e impermeabilizadas (SÃO BERNARDO DO CAMPO, 2010). A cidade possui um clima bem peculiar devido a sua localização, assim apesar de um clima temperado e úmido, este acaba sendo diversificado, com mudanças bruscas, sobretudo na umidade do ar e por consequência na temperatura, o que ocasiona pluviosidade e nebulosidade frequentes na região (SÃO BERNARDO DO CAMPO, 2019). A cidade possui um código de postura, Lei nº 4.974/2001, que regula o exercício de polícia administrativa entre o poder público e as pessoas jurídicas e físicas. O referido código contempla as especificações de diversos temas, entre eles: a higienização e saúde pública, vias e logradouros públicos, uso de bens públicos, permissões para exercícios de atividades e exploração de serviços (SÃO BERNARDO DO CAMPO, 2001). Além disso, o município conta com um plano municipal de saneamento básico, instituído pela Lei nº 17.401/2011, que inclui os serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, a drenagem e manejo das águas pluviais, a limpeza urbana e o manejo de resíduos sólidos (SÃO BERNARDO DO CAMPO, 2011).

Coleta de dados: O presente estudo foi realizado por meio de análise da situação das enchentes recorrentes na cidade de São Bernardo do Campo, São Paulo. Para isto foi realizado um estudo bibliográfico de pesquisas correlatas em diferentes municípios semelhantes a este trabalho. Também, foi utilizado como base o site da prefeitura de São Bernardo do Campo, analisando-se a legislação urbanística, as obras e planejamento estratégico e o código de postura. Também foram adquiridos os dados referentes à estimativa da população residente, o percentual da população em área urbana, rural e de proteção de mananciais, bem como as medidas de drenagem existentes na cidade e exigências junto ao código de postura sobre a construção das calçadas. Com relação aos dados referentes ao número de moradores que vivem em domicílios particulares permanentes em áreas de risco a desastres naturais (enchentes e enxurradas), a pesquisa foi realizada no site do IBGE. Já a média de chuvas de um período de 17 anos, entre janeiro a dezembro, foi coletada junto ao site DAEE - Departamento de Águas e Energia Elétrica. Após obtenção, as informações foram transcritas e tabuladas em planilhas eletrônicas (software Excel®) para posterior avaliação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A cidade de São Bernardo do Campo, São Paulo, possuía em 2018, população média de 833.240 habitantes. Estima-se que 98,3% da população reside na área urbana e 1,7% na área rural, perfazendo uma densidade populacional demográfica urbana de 6.928 hab/km² e a rural de 65 hab/km². Um fato importante a salientar é que 25,7% da população de São Bernardo do Campo vivem em áreas de proteção e recuperação de mananciais (APRM-B) (Tabela 1) (SÃO BERNARDO DO CAMPO, 2019). Vale destacar que o município de São Bernardo do Campo possui muitas famílias vivendo em áreas de proteção de mananciais em assentamentos precários, sem infraestrutura e urbanização, que se encontram em processo de regularização por meio do decreto nº 20.508/2018 (São Bernardo do Campo, 2018), que foi criado considerando as diretrizes do artigo 64 da Lei Federal nº 12.651/2012 (Código Florestal) que compreende a forma de regularização dos assentamentos em áreas de proteção e preservação de mananciais (BRASIL, 2012b). Em estudo realizado com parceria entre IBGE e CEMADEN (Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais), afirmou-se que a cidade de São Bernardo do Campo encontra-se em 10º lugar no ranking de maior número de indivíduos vivendo em áreas de risco de

desastres naturais, o qual se enquadra as enchentes e enxurradas, perfazendo 16,7% da população total (CEMADEN, 2018; IBGE, 2018).

Tabela 1. Estimativa da população residente, percentual da população residente em área de APRM-B, e densidade demográfica do Município de São Bernardo do Campo, São Paulo, 2018

Bairro	Estimativa de População	% da População em Área de (APRM-B)	Densidade Demográfica (Hab./Km ²)
Zona Urbana			
Alves Dias	31.227	15,8%	14.130
Anchieta	16.028	-	6.969
Assunção	44.564	0,9%	10.610
Baeta Neves	53.981	-	15.830
Balneária	406	100,0%	265
Batistini	32.196	100,0%	2.423
Botujuru	14.320	29,6%	2.170
Centro	52.483	-	7.787
Cooperativa	28.039	43,4%	5.793
Demarchi	28.595	22,1%	5.106
Dos Alvarenga	70.111	100,0%	4.782
Dos Casa	54.882	83,7%	18.113
Dos Finco	11.027	100,0%	2.042
Ferrazópolis	46.785	-	16.709
Independência	24.023	-	10.010
Jordanópolis	16.503	-	7.207
Montanhão	105.264	8,9%	8.816
Nova Petrópolis	22.450	-	11.572
Paulicéia	26.637	-	6.643
Planalto	32.406	-	8.782
Rio Grande	7.140	100,0%	1.350
Rudge Ramos	43.758	-	9.513
Santa Terezinha	27.010	-	18.628
Taboão	29.490	-	7.300
Total Zona Urbana	819.325	24,5%	6.928
Zona Rural			
Alto da Serra	nd	nd	nd
Capivari	1.949	100,0%	73
Curucutu	1.770	100,0%	69
Dos Imigrantes	1	nd	nd
Rio Pequeno	58	100,0%	3
Santa Cruz	2.183	100,0%	7.277
Taquacetuba	1.730	100,0%	244
Tatetos	2.835	100,0%	219
Varginha	3.183	100,0%	222
Zanzalá	206	100,0%	13
Total Zona Rural	13.915	100,0%	65
Total do Município	833.240	25,7%	2.504

Fonte: São Bernardo do Campo, 2019 (Adaptado).

Se preservarmos os 16,7% de população em área de risco e atualizarmos para a população média de 2019 (838.936), cerca de 140.100 indivíduos vivem em área de risco no município do estudo. A questão das moradias em áreas de risco é um problema grave no Brasil devido ao crescimento populacional de forma desordenada. Assim como no município deste estudo, a cidade de Maceió, no estado de Alagoas possui 575 áreas de risco, organizadas em 06 complexos (SANTOS, 2018). Existem algumas ações importantes relacionadas ao fortalecimento da gestão de riscos e resposta de movimento de massa no Brasil. Dentre elas, pode-se citar, o planejamento de expansão urbana que visa a redução de riscos de desastres aplicado ao planejamento urbano tendo como ponto de partida a Lei nº 12.608/2012, que instituiu a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (BRASIL, 2012a). De acordo com as informações obtidas junto ao DAEE, os índices de chuvas para o período de 1999 a 2016 na região de São Bernardo do Campo, estão dispostos na Tabela 2. Conforme dados apontados na Tabela 2, nos meses de novembro a março existe uma média histórica de chuvas acima dos padrões encontrados nos outros meses do ano, por isso, este período é o que mais concentra ocorrências de enchentes, inundações e deslizamento de terras no município. Vale ressaltar que na pesquisa realizada por Molina, Cardoso e Nogueira (2015), os autores identificaram a marca da sazonalidade presente na região de

precipitações mensais nos meses de janeiro, fevereiro e dezembro, e citaram que de acordo com a defesa civil do município, de 2003 a 2012, em 241 dias ocorreram deslizamentos na região devido às fortes chuvas.

Tabela 2. Volume médio mensal de chuvas (mm) do Bairro Jardim do Mar em São Bernardo do Campo, São Paulo, de 1999 a 2016

Meses	Volume médio mensal (mm) – 1999 a 2016
Janeiro	245,01
Fevereiro	169,72
Março	158,97
Abril	78,55
Mai	57,71
Junho	50,98
Julho	60,07
Agosto	27,08
Setembro	64,04
Outubro	98,09
Novembro	130,02
Dezembro	152,97

Fonte: Departamento de Águas e Energia Elétrica, 2020.

Nesse contexto, medidas que auxiliam a drenagem das águas pluviais são fundamentais, uma vez que a ocorrência das fortes chuvas na região resultam em inundações, enxurradas, deslocamento de massa nas encostas, causando mortes, danos materiais, ecológicos e sociais a população afetada. A cidade de Ribeirão Preto, no interior de São Paulo, possui população estimada em 703.293 habitantes e apresenta um padrão de chuva muito similar ao do município estudado, sofrendo também com as enchentes em determinados períodos do ano, especificamente nos meses de novembro a março, como em São Bernardo do Campo (GARCIA & BARBOSA, 2017). Assim como o município de Maceió, que possui população estimada de 1.018.948 habitantes e que apesar de apresentar clima seco é assolado por desastres causados pelas fortes chuvas na região durante os meses de março a julho, devido à escassez de medidas de auxílio voltadas para drenagem urbana (SANTOS, 2018). Valverde, Cardoso e Brambila (2018), pesquisaram sobre o padrão das chuvas na região do ABC Paulista e chegaram à conclusão, tendo como base o período de 1972-2012, que São Bernardo do Campo é o município com maior índice pluviométrico em comparação aos demais municípios do ABC paulista. De acordo com o referido estudo, a média anual de chuvas foi de 1604,4mm, em comparação a Santo André, por exemplo, que teve um padrão de 1404,8mm. É importante destacar que a ocorrência de inundações não se trata de um problema isolado da região, ou do estado de São Paulo, pois, conforme estudo realizado por Souza e Gonçalves (2018), a cidade de Belo Horizonte/MG, sofre com inundações influenciadas pela urbanização desordenada e pela impermeabilização dos solos, aliado a falta de planejamento urbano e políticas públicas eficientes. Assim como Ribeirão Preto apresenta enchentes recorrentes e têm como causa o crescimento urbano de forma desenfreada e a construção de barragens de forma ou em locais inadequados (GARCIA & BARBOSA, 2017).

Como já citado, um dos principais problemas relacionados às chuvas é a ocorrência de enchentes. Desta forma, o município estudado possui o Programa de combates às enchentes, originalmente chamado de Programa Drenar (São Bernardo do Campo, 2019). Este programa é um conjunto de obras de macro e microdrenagem, com objetivo de reduzir as frequentes inundações em diversos pontos da cidade, pois estas provocam enormes prejuízos materiais e humanos (ODA et al., 2014). Nos municípios, o sistema mais utilizado para contenção de águas pluviais, são as galerias, que captam a água por meio das bocas de coleta (“boca de lobo”). O maior problema deste sistema é que, devido à intensa urbanização e impermeabilização do solo, um volume maior de água chega até estes locais, que consequentemente, não conseguem escoá-la, provocando enchentes nas vias públicas (STAUDT et al., 2016). Devido a este problema, os conceitos de desenvolvimento sustentável, com ações voltadas para preservação do meio ambiente, ganham força. Dentre eles podemos citar as ações de drenagem urbana sustentável, com objetivo de utilizar materiais que

permitam a infiltração de água no solo e retardem seu escoamento. Neste contexto, as calçadas com piso drenante tem ganhado destaque, pois reduzem o volume do escoamento além de minimizar os impactos sobre a qualidade da água escoada (PARKINSON et al., 2003; GONÇALVES & OLIVEIRA, 2014). Existem estudos recentes em relação a possibilidade do uso de resíduos reciclados da construção civil para substituir os agregados graúdos que são utilizados para a confecção do pavimento drenante dentro das normas da ABNT (2015). Esta indicação ocorre devido a maior permeabilidade do produto, mas ao mesmo tempo, apresenta uma menor resistência mecânica à compressão, porém, para áreas em que não haverá circulação de veículos, como é o caso das calçadas, é possível a substituição dos agregados graúdos na fabricação do piso drenante por resíduos recicláveis de construção civil (PAVIANI, 2019). Com relação ao uso de pavimento drenante pelos municípios, o que se denota no programa de combate às enchentes de São Bernardo do Campo é que o mesmo não adotou seu uso como uma ação para minimizar o problema. Este pavimento tem sido objeto de muitos estudos que indicam sua utilização como forma de atenuação das águas decorrentes das chuvas, devido a capacidade de infiltração deste tipo de piso (ANANIAS FILHO, CAMPOS & PEREIRA, 2019).

Bonzi, Luccia e Almodova (2017), em sua pesquisa, propuseram a construção de infraestrutura verde em áreas de mananciais para uma sub-bacia do Ribeirão Cocaia, curso d'água afluente da Billings. Trata-se de uma região similar a deste estudo, pois a população vive de forma precária em áreas de preservação e proteção de mananciais, e dentre as propostas de intervenção, encontra-se o uso de pavimento drenante. No ano de 2016 foi promovido o consórcio intermunicipal grande ABC, que envolveu as seguintes cidades: Santo André, Rio Grande da Serra, São Bernardo do Campo, São Caetano do Sul, Ribeirão Pires, Mauá e Diadema. Foi tratado na ocasião o histórico das enchentes, intensidade das chuvas e as medidas de drenagem existentes em cada uma das cidades. Um ponto importante a salientar é que este consórcio intermunicipal não contemplava o uso das calçadas de concreto com piso drenante como uma das formas de mitigação das águas decorrentes das enchentes (CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL ABC, 2016). O município de Belo Horizonte, seguindo a linha de São Bernardo do Campo, também possui um programa de drenagem (Programa Drenurbs), porém apesar de possuir a construção de parques lineares, que tem a finalidade de oferecer uma alternativa sustentável para o impacto de enchentes, o referido programa não contempla a utilização de calçadas drenantes (BELO HORIZONTE, 2013). A legislação urbanística de São Bernardo do Campo é um conjunto de leis, decretos e normas, que regularizam o uso e ocupação do espaço urbano. É composta pelo plano diretor, a lei do parcelamento, uso e ocupação do solo e outras leis, como a lei que instituiu o código de postura sob nº 4974/2001, que dentre suas atribuições dispostas em 405 artigos, regulamenta, nos artigos 79 a 88, como devem ser pavimentadas as calçadas, bem como sua manutenção.

SEÇÃO II DOS PASSEIOS

Art. 79 - Os terrenos, edificados ou não, situados na área urbana, com frente para vias ou logradouros públicos dotados de guias e sarjetas ou pavimentação, devem possuir passeio público em toda a extensão de suas testadas, pavimentado e mantido em perfeito estado de conservação e limpeza.

§ 1º - A pavimentação do passeio público deve ser executada com material antiderrapante, cimentado, desempenado ou ladrilhos hidráulicos, mantendo-se a harmonia do local.

§ 2º - O órgão municipal competente fornecerá aos interessados as especificações técnicas necessárias ao cumprimento do disposto neste artigo, objetivando a uniformização dos passeios, bem como fornecendo orientação quanto à execução de degraus naqueles que apresentem declividade acentuada.

§ 3º - O órgão municipal competente poderá, nos termos do regulamento próprio, dispensar a construção de passeio nos terrenos com frente para vias asfaltadas e desprovidas de guias e sarjetas.

Art. 80 - Nas áreas urbanizadas de proteção aos mananciais o passeio deve ser executado com grama, a qual ocupará, no mínimo, 45% (quarenta e cinco por cento) da testada do imóvel.

Art. 81 - Ficam sujeitos à reconstrução os passeios que tiverem sido construídos ou reconstruídos em desacordo com as especificações técnicas ou se apresentarem em mau estado de conservação.

Parágrafo Único. Também se sujeitam às disposições do caput quaisquer tipos de obstáculos, não autorizados, erigidos no passeio público.

Art. 82 - Os passeios, cuja largura for superior a 1,20 m (um metro e vinte centímetros), poderão ter faixas longitudinais ajardinadas com gramados ou vegetação rasteira, devendo manter passagem livre e desimpedida de, no mínimo, 1,20 m (um metro e vinte centímetros).

Parágrafo Único. Nas faixas ajardinadas é vedada a utilização de vegetação espinhosa. (g.n)”. (São Bernardo do Campo, 2001).

Conforme se denota, tal código de postura não contempla o uso de calçada drenante, o que é compreensível, uma vez que este tipo de pavimento só foi devidamente regulamentado em 2015 e o código foi criado em 2001, embora já houvesse muitos estudos indicando este tipo de pavimento para uso em áreas urbanas (SÃO BERNARDO DO CAMPO, 2001). Posteriormente, em 2012, foi criado o Programa de combates às enchentes, que mais uma vez não indicou o uso de calçadas com pavimentos drenantes em seu plano de prevenção de enchentes como uma forma de minimizar o impacto das inundações (ODA et al., 2014). O pavimento drenante além de reduzir o impacto das águas das chuvas, minimizando a ocorrência de enchentes, ainda possui benefícios ambientais, como a redução da absorção dos raios solares, por conta de sua porosidade. A principal distinção entre este tipo de concreto e o concreto convencional é o número de vazios, que possibilita a absorção da água com facilidade (Souza et al., 2019). Este tipo de pavimento se torna viável, pois, diminui a necessidade dos retentores de enxurradas, como piscinões, bombas, tubulações de drenagens, o que é muito usual no município estudado (LAMB, 2014). O uso de calçadas produzidas com pavimento drenante como auxílio no combate as inundações também foi apontada por Lehugeur e Amaral (2019) na cidade de Patos de Minas, Estado de Minas Gerais. A cidade sofre com inundações centrais recorrentes devido à urbanização, e o pavimento permeável foi indicado como uma das formas de solução para a infiltração da água, uma vez que o referido pavimento tem a capacidade de infiltrar até 100% da água recebida. Da mesma forma vale mencionar a prefeitura de Penápolis, São Paulo, que em parceria com o departamento autônomo de água e esgoto da cidade, lançou uma cartilha de arborização urbana, que prevê que as calçadas possuam área verde e que o piso da calçada seja drenante. Além disso, os novos empreendimentos de parcelamento de solo, ou condomínios, deverão ser dotados de sistemas de drenagem (superficial ou não) que possibilite a detenção e infiltração de toda a água de chuva (PENÁPOLIS, 2018).

Ainda, a título de demonstração de que a construção de calçadas com piso drenante é uma realidade atual, por meio da Resolução 01 de outubro de 2019, o município de Campinas, São Paulo, estabeleceu a obrigatoriedade de piso drenante, para novas construções (CAMPINAS, 2019). Assim como, a prefeitura de Ribeirão Preto alterou, dentre outros artigos, o artigo 133 de seu código de obras, passando a especificar a obrigatoriedade do uso do pavimento permeável (RIBEIRÃO PRETO, 2019). Após o levantamento de dados sobre o piso de concreto drenante, baseado em sua regulamentação na NBR 16416:2015 como forma de minimizar o impacto decorrente das águas pluviais em razão da urbanização e impermeabilização dos solos, foi realizada proposta de instituição da obrigatoriedade da utilização do piso com pavimento de concreto drenante para a construção das calçadas junto ao código de postura da cidade, alterando o parágrafo 1º do artigo 79 do código de postura.

É importante que o artigo seja modificado com a ressalva de que o tipo de pavimento drenante a ser utilizado será indicado pela municipalidade, pois deve ser utilizado o que melhor se enquadrar no tipo de construção, passando a constar em referido artigo as seguintes especificações:

Art. 79 - Os terrenos, edificados ou não, situados na área urbana, com frente para vias ou logradouros públicos dotados de guias e sarjetas ou pavimentação, devem possuir passeio público em toda a extensão de suas testadas, pavimentado e mantido em perfeito estado de conservação e limpeza.

§ 1º - A pavimentação do passeio público deve ser executada com material antiderrapante, com pavimento drenante, de acordo com as especificações fornecidas pelo município, mantendo-se a harmonia do local.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com a realização desta pesquisa, foi possível constatar que a cidade de São Bernardo do Campo possui problemas recorrentes de enchentes devido a sua alta taxa de urbanização e ocupação de áreas de preservação de mananciais. E como forma de minimizar as inundações o município atua em obras de macro e microdrenagem, porém, sem o uso de calçadas com piso drenante. A utilização de calçadas construídas com pavimentos drenantes já é uma realidade que vem sendo adotada por várias outras cidades, pois possui inúmeras vantagens, como manutenção simples, possibilidade de armazenamento da água para reutilização, minimização dos impactos das enchentes, além de diminuir a necessidade da utilização dos retentores de enxurradas, como piscinões, bombas e tubulações de drenagem. Estas características são extremamente vantajosas pois reverterem-se em benefícios a população, ao município e ao meio ambiente, que sofrem grandes prejuízos no período de novembro a março com as chuvas na região. Desta forma, existe a necessidade de regulamentação do uso das calçadas com pavimento drenante como obrigatoriedade junto ao Código de Postura da cidade por meio de um Projeto de Lei, alterando o parágrafo 1º do artigo 79 do código de postura da cidade - Lei nº 4974/2001, incluindo as especificações contidas na NBR 16416:2015. A aprovação desta proposta trará ao município vantagens em relação ao enfrentamento das enchentes, com benefícios aos cofres públicos, a população e ao meio ambiente.

REFERÊNCIAS

- ABNT. 2015. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR-16416:2015. Pavimentos permeáveis de concreto - requisitos e procedimentos. 1ª ed., p.2-15.
- Ananias Filho, C.; Campos, J. C.; Pereira, T. A. D. 2019. Desempenho e eficiência dos blocos de concreto porosos em comparação com o bloco convencional, no controle do escoamento superficial em ambientes urbanos. Trabalho de conclusão de curso, Faculdade Evangélica, Goianésia, GO, Brasil.
- Belo Horizonte. 2013. Programa Drenurbs - uma concepção inovadora dos recursos hídricos no meio urbano Belo Horizonte. Disponível em: http://www.solucoesparacidades.com.br/wp-content/uploads/2013/09/AF_DRENNURBS_WEB.pdf. Acesso em: 4 nov. 2021.
- Bonzi, R. S.; Olivier, L.; Almodova, M. M. 2017. Infraestrutura verde em área de manancial: estudo para a represa Billings. Revista LABVERDE, 8(1), 37-63.
- Brasil. Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012. 2012a. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC; dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil - CONPDEC; autoriza a criação de sistema de informações e monitoramento de desastres; altera as Leis nos 12.340, de 1º de dezembro de 2010, 10.257, de 10 de julho de 2001, 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.239, de 4 de outubro de 1991, e 9.394, de 20 de dezembro de 1996; e dá outras providências. Brasília, DF. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12340compilado.htm. Acesso em: 10 ago. 2021.
- Brasil. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. 2012b. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Brasília, DF. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm. Acesso em: 10 set. 2021.
- Campinas. Resolução nº 01, de 18 de outubro de 2019. 2019. Regulamenta a Seção VIII do Capítulo II do Título III da Lei Complementar 208 de 20 de dezembro de 2018, que dispõe sobre Parcelamento, Ocupação e Uso do Solo no Município de Campinas. Campinas, SP. Disponível em: <https://biblioteca.juridica.campinas.sp.gov.br/index/visualizaroriginal/id/134803/imprimir/1>. Acesso em: 10 set. 2021.
- Canholi, A. P. (2005). A drenagem urbana e controle de enchentes. (2ª ed.). São Paulo: Editora Oficina de Textos.
- CEMADEN. Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais. 2018. Cemaden e IBGE lançam base de dados sobre população exposta em áreas de risco de desastres. Disponível em: <http://www.cemaden.gov.br/cemaden-e-ibge-lancam-base-de-dados-sobre-populacao-exposta-em-areas-de-risco-de-desastres/>. Acesso em: 15 ago. 2021.
- Consórcio Intermunicipal ABC. (2016). Estudo regional de planejamento estratégico da macrodrenagem e microdrenagem da Região do Grande ABC. Disponível em: http://consorcioabc.sp.gov.br/imagens/noticia/Planejamento%20Estrategico%20de%20Macro%20e%20Microdrenagem%20da%20Regiao%20do%20Grande%20ABC_Sumario%20Executivo%20Final1.pdf. Acesso em: 15 ago. 2021.
- Departamento de Águas e Energia Elétrica. (2020). Banco de dados hidrológicos. Disponível em: <http://www.hidrologia.dae.e.sp.gov.br/>. Acesso em: 10 set. 2021.
- Garcia, M. M.; Barbosa, F. D. (2017). Análise diagnóstica da área da barragem Santa Teresa em relação à situação socioambiental e ao plano diretor de Ribeirão Preto-SP. Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental, 6(3), 52-67.
- Gonçalves, A. B.; Oliveira, R. H. (2014). Pavimentos permeáveis e sua influência sobre a drenagem. Seminário: Água Em Ambientes Urbanos. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, SP, Brasil.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2018). População em áreas de risco no Brasil. 2018. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/apps/populacaoareasderisco/>. Acesso em: 12 ago. 2021.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2020a). São Bernardo do Campo - panorama. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/sao-bernardo-do-campo/panorama>. Acesso em: 12 ago. 2021.
- Lamb, G. S. (2014). Desenvolvimento e análise do desempenho de elementos de drenagem fabricados em concreto permeável. 2. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil.
- Lehueur, F. P.; Amaral, D. R. B. (2019). Soluções para minimizar as inundações na área central de Patos de Minas. Humanidades & Tecnologia em Revista (FINOM), 18, 168-187.
- Molina, E. A.; Cardoso, A. O.; Nogueira, F. R. (2015). Relação precipitação - deslizamento no Município de São Bernardo do Campo - SP. Ciência e Natura, 37, 46-54.
- Oda, A. M.; Carvalho, L. H. P.; Chan, R.; Rosa, V. R. (2014). Seminários Programa Drenar e enchentes em São Bernardo do Campo. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.
- Parkinson, J.; Milograma, J.; Campos, L. C.; Campos, Raquel. (2003). Drenagem urbana sustentável no Brasil. Relatório do workshop em Goiânia. Goiânia, GO, Brasil.
- Paviani, E.F. (2019). Estudo para incorporação de Resíduos de Construção e Demolição em Elemento Permeável intertravado. Dissertação de mestrado, Universidade Brasil. Fernandópolis, SP, Brasil
- Penápolis. (2018). Penápolis tem seis pilotos de floresta urbana em andamento. 2018. Disponível em: <http://penapolis.sp.gov.br/portal/noticias/0/3/6176/Penapolis-tem-seis-pilotos-de-Floresta-Urbana-em-andamento>. Acesso em: 15 set. 2021.

- Ribeirão Preto. Projeto de lei complementar 101.27 de novembro de 2019. (2019). Altera dispositivos da lei complementar nº 2.932, de 10 de janeiro de 2019, que dispõe sobre o código de obras do município e dá outras providências. Ribeirão Preto, SP. Disponível em: <https://www.ribeiraopreto.sp.gov.br/files/splan/planod/obras-19101-plc.pdf>. Acesso em 12 set. 2021.
- Santos, D. L. (2018). Limiar de precipitação que pode gerar deslizamentos nos complexos de risco de Maceió. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Alagoas, Alagoas, AL, Brasil.
- São Bernardo do Campo. (2010). Plano municipal de abastecimento de água e esgotamento sanitário. Disponível em: <https://www.saobernardo.sp.gov.br/documents/10181/23617/pm-ae-parte-a-11-09-2010.pdf>. Acesso em: 12 set. 2021.
- São Bernardo do Campo. (2019). Dados estatísticos de SBC. Disponível em: <https://www.saobernardo.sp.gov.br/web/sbc/dados-estatisticos-de-sbc>. Acesso em: 10 set. 2021.
- São Bernardo do Campo. (2020a). Programa Drenar e as enchentes em São Bernardo do Campo. 2020. Disponível em: <https://www.saobernardo.sp.gov.br/drenar>. Acesso em: 10 set. 2021.
- São Bernardo do Campo. Decreto nº 20.508, de 5 de setembro de 2018. (2018). Dispõe sobre os procedimentos e requisitos incluídos no inciso XVII do art. 615 da Lei Municipal nº 6.662, de 19 de abril de 2018, incluído pela Lei Municipal nº 6.698, de 9 de agosto de 2018, e dá outras providências. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/sp/s/sao-bernardo-do-campo/decreto/2018/2051/20508/decreto-n-20508-2018-dispoe-sobre-os-procedimentos-e-requisitos-incluidos-no-inciso-xvii-do-art-615-da-lei-municipal-n-6662-de-19-de-abril-de-2018-incluido-pela-lei-municipal-n-6698-de-9-de-agosto-de-2018-e-da-outras-providencias>. Acesso em: 17 ago. 2021.
- São Bernardo do Campo. Lei nº 17.401, de 8 de fevereiro de 2011. (2011). Dispõe sobre a instituição do plano municipal de saneamento básico, em seus 3 (três) componentes: Resíduos sólidos, drenagem de águas pluviais e abastecimento de água e esgotamento sanitário, e dá outras providências. São Bernardo do Campo, SP. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a1/sp/s/sao-bernardo-do-campo/decreto/2011/1740/17401/decreto-n-17401-2011-dispoe-sobre-a-instituicao-do-plano-municipal-de-saneamento-basico-em-seus-3-tres-componentes-residuos-solidos-drenagem-de-aguas-pluviais-e-abastecimento-de-agua-e-egotamento-sanitario-e-da-outras-providencias>. Acesso em: 17 ago. 2021.
- São Bernardo do Campo. Lei nº 4.974, de 31 de maio de 2001. (2001). Institui o código de posturas municipais e dá outras providências. São Bernardo do Campo, SP. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/codigo-de-posturas-sao-bernardo-do-campo-sp>. Acesso em: 14 ago. 2021.
- Sousa, J. M. O.; Rios, C. D.; Alves, M. S.; Silva, S. R. F. (2019). Concreto permeável: uma alternativa tecnológica sustentável na prevenção de enchentes e na eliminação de problemas ambientais e urbanos. VI Jornada Interdisciplinar de Engenharia Civil. Centro Universitário de Anápolis. Anápolis, GO, Brasil.
- Souza, R. E. S.; Gonçalves, G. F. G. (2018). Um estudo sobre os impactos decorrentes de inundação no município de Belo Horizonte. Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental, 7(3), 591-605.
- Staudt, M. E.; Damo, M. R. S.; Miolo, S. L. G.; Gisi, J. A. (2016). Sistemas de drenagem: um estudo em vias urbanas em construção para contenção de enchentes. Seminário de Iniciação Científica e Seminário Integrado de Ensino, Pesquisa e Extensão, Chapecó, SC, Brasil.
- Tucci, C. E. M. (2000). Coeficiente de escoamento e vazão máxima das bacias urbanas. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, 5(1), 61-68.
- Valverde, M. C.; Cardoso, A. O.; Brambila, R. (2018). O padrão das chuvas na região do ABC Paulista: os extremos e seus impactos. Revista Brasileira de Climatologia, 22(14), 167-184.
