



ISSN: 2230-9926

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

IJDR

International Journal of Development Research

Vol. 12, Issue, 12, pp. 60814-60817, December, 2022

<https://doi.org/10.37118/ijdr.25838.12.2022>



RESEARCH ARTICLE

OPEN ACCESS

PAVIMENTO PERMEÁVEL COMO TÉCNICA COMPENSATÓRIA NA DRENAGEM URBANA

Caio César Ferreira Santos¹, Lais Martins Pimenta¹ and Hellen Dayany Barboza Barros²

¹Discente do curso de Engenharia Civil da Universidade de Gurupi - UNIRG

²Docente do curso de Engenharia Civil da Universidade de Gurupi - UNIRG

ARTICLE INFO

Article History:

Received 07th September, 2022

Received in revised form

29th October, 2022

Accepted 10th November, 2022

Published online 25th December, 2022

Key Words:

Infiltração, Pavimento Permeável, Drenagem Urbana, Enchente.

*Corresponding author:

Ali Omari Mwana Yamba Aloma

ABSTRACT

Com o processo de urbanização das cidades ocorre um grande aumento da taxa de impermeabilização dos solos, e provoca alagamentos e inundações. O objetivo desta pesquisa é mostrar que existem meios para a minimização desses impactos ao meio ambiente e à população, utilizando sistemas de meio de controle, que neste estudo será abordado sobre o pavimento permeável. Para a realização desta pesquisa a metodologia utilizada foi o estudo bibliográfico, com base em artigos, livros, sites e normas sobre o pavimento permeável como técnica compensatória na drenagem urbana, e análise e tratamento dos dados foram apresentados através de linguagem discursiva. O pavimento permeável trata-se de uma técnica compensatória de controle estrutural na fonte, que capta a água pluvial reduzindo os danos e podendo ser reutilizada. Esse sistema é importante e muito utilizado, mas é restrito a áreas de grande tráfego, por ainda, não possuir uma boa resistência estrutural.

Copyright©2022, Ali Omari Mwana Yamba Aloma 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: Ali Omari Mwana Yamba Aloma, Rosebella Onyango and Bernard Omondi Abong'o. 2022. "Pavimento permeável como técnica compensatória na drenagem urbana", International Journal of Development Research, 12, (07), 60814-60817.

INTRODUCTION

A falta de planejamento e uso do solo, aliado ao aumento desorganizado das cidades tem gerado grandes impactos no ciclo hidrológico do planeta, podendo ser observado loteamentos irregulares às margens de rios, além da impermeabilização do solo. Assim observa-se o aumento significativo em problemas de enchentes em rios, desmoronamentos, e alagamentos nas cidades. (GAGLIARDO et al, 2021). O desenvolvimento populacional desordenado nas zonas urbanas causou problemas à gestão das cidades. Entre eles cita-se a impermeabilização do solo que causa um desequilíbrio do ciclo hidrológico, pois áreas antes ocupadas por vegetação passaram a ser impermeabilizadas (SILVA, 2019). Com o processo de urbanização que ocorre nas cidades, verifica-se a alteração das superfícies permeáveis por impermeáveis, resultando na diminuição das taxas de infiltração das águas pluviais. Com isso, amplia-se o volume e velocidade do escoamento superficial que ocasiona a intensificação dos alagamentos e inundações. (COUTINHO et. al, 2020). Como consequência das enchentes e inundações o número de afetados geralmente são elevados, pois envolve efeitos indiretos e diretos, destacando as mortes por afogamento e soterramento, destruição de moradias e danos materiais.

Entre os efeitos indiretos destacam-se as doenças transmitidas por água contaminada, como a leptospirose, a febre tifóide, a hepatite e a cólera (Min. Cidades/IPT, 2007 apud CARVALHO, 2019). Quando se refere à drenagem urbana, quem produz o impacto geralmente não é o mesmo que sofre suas consequências. Por isso, para uma solução mais adequada do problema, é necessária, a interferência da ação pública através da regulamentação e do planejamento, sendo um instrumento importante o denominado Plano Diretor de Drenagem Urbana (TUCCI, 2002 apud ACIOLI, 2005).

Dentre os dispositivos que procuram devolver ao solo as condições originais de retenção do escoamento está o pavimento permeável. Consiste em um dispositivo de infiltração onde o escoamento superficial é desviado através de uma superfície permeável para dentro de um reservatório, por onde infiltra através do solo, podendo sofrer evaporação ou atingir o lençol freático (URBONAS e STAHRE, 1993 apud ACIOLI, 2005). Este estudo é importante para conhecimento sobre termos referentes à drenagem urbana e seus possíveis meios de melhoria do escoamento de água pluvial. Trata-se de uma revisão bibliográfica com o objetivo de apresentar o conceito sobre pavimento permeável e suas características favoráveis, a fim de melhorar a drenagem urbana.

METODOLOGIA

A metodologia aplicada neste artigo baseou-se em um estudo bibliográfico, com base em artigos, livros, sites e normas sobre o pavimento permeável como técnica compensatória na Drenagem Urbana. A análise e tratamento dos dados foram apoiados qualitativamente e apresentados através de linguagem discursiva.

Quanto ao tratamento, aplicou-se o método de análise de conteúdo. Nesse sentido, foi realizada leitura comparativa das citações do sujeito de pesquisa, bem como sua ordenação, classificação e categorização. Não foi preciso apresentar à aprovação junto ao Comitê de Ética em Pesquisa, de acordo com a resolução 466/2012, pois se trata de um estudo da qual as informações foram atingidas em materiais já publicados e disponibilizados na literatura, não havendo, portanto, intervenção ou abordagem direta aos seres humanos.

REFERENCIAL TEÓRICO

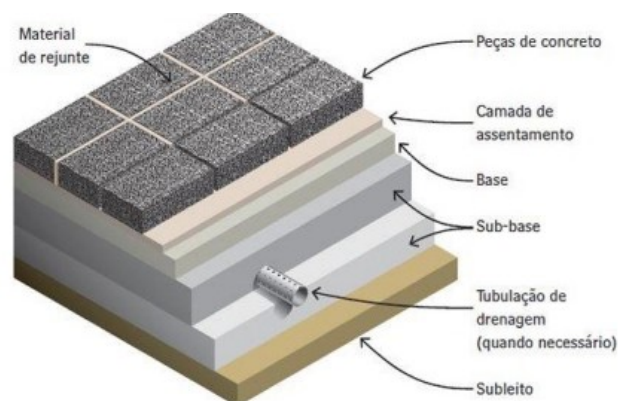
As inundações ocorrem por causa de uma maior vazão no canal. O alagamento é o acúmulo de água na superfície, muitas vezes causado por a ausência ou ineficiência de dispositivos de drenagem superficial. (COSTA e MIYAZAKI, 2015). Com um intuito de minimizar os danos causados pela impermeabilização, têm-se as medidas mitigadoras, que são divididas em estruturais e não estruturais. As medidas não estruturais se caracterizam por serem sistemas que, indiretamente, diminuem o impacto das chuvas sem lidar diretamente com a perda do escoamento superficial. Buscam reduzir os danos através da introdução de normas, regulamentos e programas que visem o disciplinamento do uso e ocupação do solo, implantação de sistemas de alerta e conscientização da população (RUHRWIEM, 2013).

Pinto (2011) classifica e descreve as medidas de controle estruturais, também chamadas de tecnologias compensatórias, de acordo com a utilização e a função na bacia hidrográfica:

- Na fonte: São dispositivos que atuam diretamente na área atingida pela precipitação, com menor dimensão e permitem uma maior infiltração e armazenamento;
- Centralizado: São grandes dispositivos que se baseiam no armazenamento da água de curto prazo (bacias de retenção) ou de longo prazo (bacias de retenção).

Na busca por reestabelecer os modos de escoamento, as técnicas compensatórias em drenagem urbana ganharam importância. Essas técnicas podem ser consideradas as maneiras mais adequadas para a condução das águas pluviais em áreas urbanizadas. Apesar de amplamente utilizadas em alguns países, no Brasil, as ideias e as formas de estabelecimento e operação das técnicas compensatórias ainda são pouco conhecidas e divulgadas. (VASCONCELOS, MIGUEZ, VAZQUEZ, 2016). As valas, trincheiras e poços de infiltração constituem alternativas que visam propiciar a infiltração em áreas reduzidas sob condições controladas. O grande entrave à aplicação segura dessas estruturas reside na determinação e na manutenção das taxas de infiltração de projeto, as quais dependem de aspectos ligados ao solo, tais como umidade, profundidade do lençol freático e condutividade hidráulica. (LUCAS et al., 2015). Incluído entre os dispositivos considerados como compensatórios das consequências da urbanização, o uso dos pavimentos permeáveis, merecem destaque por apresentarem grande potencial de aplicação. Conforme diz Ciria (2007 apud SANTOS, 2020), os pavimentos permeáveis proporcionam um sistema de pavimentação adequado tanto para pessoas quanto para veículos. Estes permitem que a água pluvial se infiltre superficialmente em direção às camadas inferiores, onde a água pode ser temporariamente armazenada antes de seu destino final, que pode ser a infiltração, reutilização ou descarga em um corpo hídrico ou outro sistema de drenagem no início de seu traçado. O pavimento torna-se permeável por apresentar poros que permitem a infiltração da água, e seus blocos são montados de modo que apresentem uma junta de dilatação entre eles, e estas são preenchidas com areia, o que permite a infiltração da água.

(PROENÇA, 2019). Desse modo, a figura abaixo exemplifica o pavimento depois de finalizado. Também é possível a instalação de uma rede de drenagem e coleta dessa água superficial.



Fonte: (SILVA, s.d., ed. 190 apud DANCIGUER e REIS, 2016)

Figura 1. Estrutura do pavimento permeável

Existem vários tipos de revestimentos que podem ser considerados permeáveis. Os mais comumente encontrados são os blocos de concreto, que podem ser vazados ou não, e o revestimento poroso, também conhecido, como concreto asfáltico poroso ou, ainda, camada porosa de atrito (CPA). (PINTO, 2011).



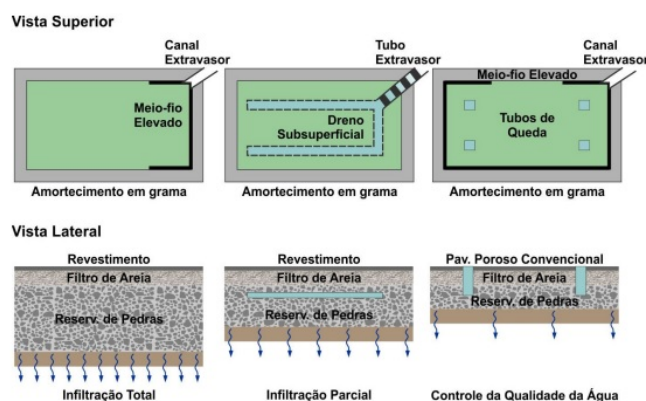
Fonte: MARTINS, 2012

Figura 2. a) asfalto poroso CPA e b) bloco de concreto poroso

Os pavimentos permeáveis podem ser classificados em infiltrantes e armazenadores. Estas características são obtidas com a utilização de diferentes porosidades do pavimento. (RUHRWIEM, 2013).

Pinto, 2011 define a classificação desse pavimento como:

- Infiltrantes - quando se pretende que a água oriunda das chuvas penetre na camada de pavimento e infiltre na camada de subleito – (Figura 3);
- Armazenadores – quando se pretende que a água da chuva permaneça retida dentro de um reservatório e seja despejada na microdrenagem por meio de condutos projetados para essa finalidade.



Fonte: PINTO, 2011.

Figura 3. Pavimento permeável do tipo infiltrante



Fonte: COUTINHO, 2011

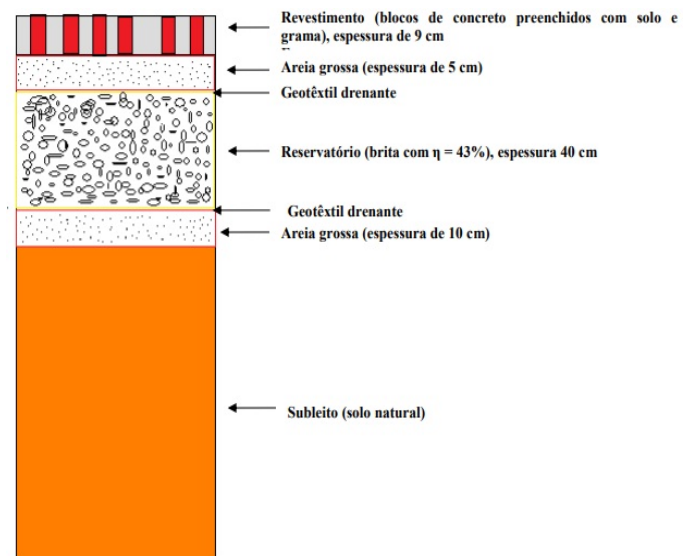
Figura 4. Presença de folhas na superfície do pavimento permeável

Para a coleta e reserva de água, é interessante realizar a impermeabilização entre a base e o solo, para que todo o volume de água precipitado seja coletado. Tal solução também requera preparação de um reservatório com capacidade razoável de armazenamento para a posterior reutilização. É importante ressaltar que o dimensionamento tanto hidráulico quanto mecânico, levando em consideração as características locais, são essenciais para a escolha de qual solução seria a mais vantajosa e como esta pode atuar de maneira eficiente. Esta tecnologia deve ser aplicada de forma correta, para que funcione de maneira proveitosa. (SILVA et. al, 2019). Dentre as diversas características do concreto permeável, a sua resistência à compressão e a permeabilidade são as mais estudadas, sendo estas as propriedades que mais influenciam na utilização deste material (GAGLIARDO et. al, 2021). O uso do pavimento permeável pode ser restringido em: regiões de clima frio, devido ao entupimento e trincagem pela neve; regiões áridas, devido à alta amplitude térmica; em regiões com altas taxas de erosão devido ao vento, em face do grande acúmulo de sedimentos na superfície; e áreas de recarga de aquíferos. O uso do pavimento permeável pode ser restrito, requerendo solos permeáveis profundos (no caso do sistema de infiltração total), tráfego leve e o uso de terras adjacentes. (ACIOLI, 2005). Coutinho (2011) destaca a importância da manutenção nos pavimentos permeáveis, para que seja evitado o acúmulo de materiais orgânicos na superfície do revestimento, devido ao aporte de partículas finas provenientes de sedimentos da água de escoamento. Além disso, a presença de árvores que produzem muitas folhas pode também dificultar a infiltração (Figura 3), uma vez que essas funcionam como obstáculo fazendo com que a água que deveria infiltrar se perca. Neste caso medidas simples de manutenção como varrição diária com vassouras evitam esses problemas de maneira eficaz. Algumas das vantagens deste revestimento é o elevado custo unitário, ocasionado tanto pelo cimento utilizado em sua fabricação quanto pela mão-de-obra necessária para o assentamento dos blocos, além do gasto com movimentações de terra, pois a espessura do bloco vazado é superior à do asfalto necessitando maior profundidade de escavação (ACIOLI, 2005). As suas principais aplicações podem ser em: áreas de aeroporto com pequena movimentação de veículos, estacionamentos e calçadas residenciais, pistas e estradas em manutenção, dentre outras (TASSI, 2002 apud JUNIOR e BARBASSA, 2006).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Vasconcelos, Míguez e Vazquez (2021) realizaram um estudo em um bairro no município do estado do Rio de Janeiro, onde os pavimentos permeáveis mostraram-se uma boa opção para corrigir a vazão superficial em virtude da precipitação. Neste caso, considerando as chuvas de projeto estudadas, seria preciso altura de leito granular composto por brita de, no máximo, 0,13 m. Pela restrição de altura do leito granular de brita em 0,65 m para as características de solo adotadas, a estrutura teria capacidade curta de recepção e manejo de

escoamentos próximos. Os pavimentos permeáveis apresentam-se uma ótima opção para eliminar o efeito de impermeabilização de sua própria área. Entretanto, para reduzir o impacto de áreas próximas, ele é limitado, por conta da máxima altura do leito granular possível de ser adotada para que o pavimento não perca suporte estrutural. Conforme o estudo realizado por Coutinho (2011), para o dimensionamento do pavimento permeável, foi utilizado o balanço hídrico. Determinou-se o volume a ser conservado para cada duração e tempo de retorno fixo como a diferença entre o volume de entrada (escoado) e de saída (infiltrado). Para quantificação do volume de entrada, foi utilizado o método racional, com a equação de chuvas intensas. Para a determinação das dimensões do dispositivo de infiltração (largura, comprimento e espessura) a solução adotada foi escolher as dimensões relativas ao comprimento longitudinal e a largura, e calcular qual a espessura da camada de brita associada a um tempo de retorno e a uma duração de precipitação. Além da camada de brita, o pavimento permeável possui duas camadas de areia, sendo uma camada acima da camada de brita e separada desta por geotêxtil, e outra embaixo da camada de brita separada desta também por um geotêxtil e em contato com o solo. Para a espessura destas camadas, optou-se em adotar dimensões construtivas para esse material, adotou-se 5 cm de espessura para a camada superior de areia e 10 cm para a camada de areia em contato com o solo natural.



Fonte: COUTINHO, 2011

Figura 5. Estrutura das camadas do pavimento permeável

A Figura 5 ilustra a estrutura das camadas concebidas para o pavimento, de estudo deste autor. Carvalho (2019) observou muitos pontos de alagamento em Aracaju-SE, principalmente em bairros, e alguns locais que utilizam o pavimento permeável. Com isso o autor notou que são poucas as aplicações deste mecanismo, como em pequenos estacionamentos e mesmo assim a aplicação do concreto permeável nestas áreas é precária. Nesses estacionamentos, menos da metade das vagas foram feitas com material permeável.

CONCLUSÃO

Nesta pesquisa, foi produzido um estudo bibliográfico específico, mostrando o pavimento permeável como forma de redução de danos, provocados por grande volume de águas pluviais. Diante disso, o objetivo principal do estudo foi alcançado, pois, pode-se compreender claramente que, o pavimento permeável, contribui para a diminuição de enchentes, reduzindo os impactos causados por tal. Após análise e estudo de uma determinada área, pode-se adotar o pavimento permeável conforme espessura e modos analisados, e com isso reduzir os danos provocados através das águas pluviais. É importante ressaltar, que se faz necessária a manutenção deste pavimento para o seu bom funcionamento. Portanto, o pavimento permeável torna-se muito viável, pois reduz as enchentes, que prejudicam o meio ambiente.

Outro ponto importante, é o modo de aplicação como foi relatado durante a pesquisa, pois são restritos a áreas de pouco movimento por causa da sua resistência.

REFERÊNCIAS

- Coutinho, A. P. et al. 2020 “Caracterização hidráulica das camadas de um pavimento permeável”. Revista Água Subterrânea. v. 34, n. 2, p. 191-203, 2020.
- Acioli, L.A. “Estudo experimental de pavimentos permeáveis para o controle do escoamento superficial na fonte”. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005.
- Santos, N. G. H. F. “Utilização de pavimentos permeáveis para dar resposta à redução do escoamento superficial em áreas urbanas - caso de estudo”. Politécnico de Leiria, dissertação de mestrado. 2020.
- Coutinho, A. P. “Pavimento permeável como técnica compensatória na drenagem urbana da cidade de Recife”. Universidade Federal de Pernambuco. 2011.
- Sousa, J. V. S. “Drenagem urbana: o uso de técnicas compensatórias de manejo de águas pluviais como medidas mitigadoras para as cheias urbanas da avenida Heráclito Graça em Fortaleza – CE.” Centro Universitário Christus. 2020.
- Pinto, L. L. C. “O desempenho de pavimentos permeáveis como medida mitigadora da impermeabilização do solo urbano”. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. 2011.
- Martins, J. R. S. “Gestão da drenagem urbana: Só tecnologia será suficiente?”. Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. Artigo Científico Julho 2012, 1-11.
- Lucas, A. H. et al. “Avaliação da construção e operação de técnicas compensatórias de drenagem urbana: o transporte de finos, a capacidade de infiltração, a taxa de infiltração real do solo e a permeabilidade da manta geotêxtil”. Eng Sanit Ambient, v.20 n.1, jan/mar, 2015.
- Vasconcelos, A. F. Miguez, M. G. Vazquez, E. G. “Critérios de projeto e benefícios esperados da implantação de técnicas compensatórias em drenagem urbana para controle de escoamentos na fonte, com base em modelagem computacional aplicada a um estudo de caso na zona oeste do Rio de Janeiro”. Artigo Técnico, Eng. Sanit. Ambient. 21 (04), Out-Dez 2016.
- Mendes, M. V. Amarante, M. S. “Pavimentos permeáveis: a busca por otimização do escoamento superficial e manejo dos efluentes pluviais.” Pesquisa e ação, vol. 7, nº 1. 2021.
- Costa, H. R. O. Miyazaki, L. C. P. “Análise preliminar dos dados pluviométricos e caracterização das áreas de risco à enchentes, inundação e alagamento na cidade de Capinópolis – MG”. Bol. geogr., Maringá, v. 33, n. 3, p. 46-67, set-dez. 2015.
- Danciguer, G. M. Reis, E. A. P. “Pavimento permeável aplicado em área urbana, como medida de escoamento da água da chuva”. Encontro de Iniciação Científica, 2016.
- Silva, R. R. “Emprego do pavimento permeável na atenuação do escoamento superficial”. Centro Universitário Luterano de Palmas, 2019.
- Silva, R. G. et al “Concreto permeável: principais características e aplicação em pavimentação” ANAP, v.12, n. 26. 2019.
- Carvalho. J. S. “A aplicação da pavimentação permeável na cidade de Aracaju/SE com o fim de minimizar o problema das enchentes” FARB, 2019.
- Gagliardo, D. P. et al “Concreto permeável para utilização em pavimentação”. 3º Workshop de Tecnologia de Processos e Sistemas Construtivos, 2021.
- Junior, L. L. C. Barbassa, A. P. “Parâmetro de projeto de microreservatório, de pavimentos permeáveis e de previsão de enchentes urbanas”. Eng. sanit. ambient. Vol.11 - Nº 1 - jan/mar 2006, 46-54.
