

A permeabilidade do solo nas cidades e o uso dos pavimentos permeabilizantes

Soil permeability in cities and the use of permeabilizing pavements

Permeabilidad del suelo en las ciudades y uso de pavimentos permeabilizantes

Eixo temático: Engenharia civil – Estruturas e Materiais

MILHOMEM, Victória Soares¹; OLIVEIRA, Mateus Gonçalves de²; CARVALHO, Carlos Mavíael de³; SIMAS, Tarciso Binoti⁴.

¹victoria.milhomem@unifesspa.edu.br, Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará- UNIFESSPA, Brasil.

²mateus.oliveira@unifesspa.edu.br, Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará- UNIFESSPA, Brasil.

³mavíael.carvalho@unifesspa.edu.br, Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará- UNIFESSPA, Brasil.

⁴tarciso@unifesspa.edu.br, Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará- UNIFESSPA, Brasil.

Resumo: Apresentar uma descrição sobre permeabilidade do solo nas cidades é o objetivo geral deste artigo, portanto a definição é baseada na teoria bibliográfica a partir de sua importância e apresentação dos pavimentos permeabilizantes. A revisão bibliográfica narrativa é uma metodologia para o desenvolvimento de um tema, e é feita por meio de métodos qualitativos e descritivos. Para selecionar os autores citados, foram realizadas buscas em bases de dados como Scielo, Capes e Scholar por artigos, bem como por livros, revistas etc., utilizando o Kindle. Uma lista de bibliografias utilizadas foi elaborada com base em critérios de análise de títulos e uma breve leitura dos resumos de cada trabalho. Fora. A divisão do período é entre os últimos 10 anos. Os autores base para a criação da discussão acerca da permeabilidade do solo nas cidades apresentam muito conhecimento sobre o tema. Dessa forma, a pesquisa fica mais rica e responde à questão de pesquisa originalmente definida, promovendo uma definição diferente do objetivo da classificação.

Palavras-chaves: Permeabilidade do solo. Pavimentos permeabilizantes. Importância da permeabilidade.

Abstract: Presenting a description of soil permeability in cities is the general objective of this article, therefore the definition is based on bibliographical theory from its importance and presentation of permeabilizing pavements. The narrative bibliographic review is a methodology for the development of a theme, and is done through qualitative and descriptive methods. To select the cited authors, searches were carried out in databases such as Scielo, Capes and Scholar for articles, as well as for books, magazines, etc., using the Kindle. A list of bibliographies used was prepared based on title analysis criteria and a brief reading of the abstracts of each work. Outside. The division of the period is between the last 10 years. The base authors for the creation of the discussion about soil permeability in cities have a lot of knowledge on the subject. In this way, the research becomes richer and responds to the

originally defined research question, promoting a different definition of the objective of the classification.

Keywords: *Soil permeability. Permeable floors. Importance of permeability.*

Resumen: *Presentar una descripción de la permeabilidad del suelo en las ciudades es el objetivo general de este artículo, por lo que la definición se basa en la teoría bibliográfica a partir de su importancia y presentación de los pavimentos permeabilizantes. La revisión bibliográfica narrativa es una metodología para el desarrollo de un tema, y se realiza a través de métodos cualitativos y descriptivos. Para seleccionar a los autores citados se realizaron búsquedas en bases de datos como Scielo, Capes y Scholar de artículos, así como de libros, revistas, etc., utilizando el Kindle. Se elaboró una lista de bibliografías utilizadas con base en criterios de análisis de títulos y una breve lectura de los resúmenes de cada obra. Fuera de. La división del período es entre los últimos 10 años. Los autores base para la creación de la discusión sobre la permeabilidad del suelo en las ciudades tienen mucho conocimiento sobre el tema. De esta manera, la investigación se enriquece y responde a la pregunta de investigación originalmente definida, promoviendo una definición diferente del objetivo de la clasificación.*

Palabras clave: *Permeabilidad del suelo. Suelos permeables. Importancia de la permeabilidad.*

1. Introdução

Nas últimas décadas, muitos países enfrentaram a expansão urbana devido à expansão urbana acelerada e à falta de planejamento, e a infraestrutura de drenagem está em risco. Como resultado, os centros urbanos muitas vezes sofrem com as inundações, o escoamento superficial causado pelas fortes chuvas. Esses fenômenos ocorrem quando os vazios do solo e as depressões do terreno são preenchidos com água, encontrando caminhos proporcionados pela drenagem, seja ela natural ou artificial (MARTINS, 2014).

Essas limitações podem ser superadas na presença de excesso de volume, principalmente quando a superfície muda, tornando o solo menos permeável e menos permeável que os solos naturais. Assim, a ocorrência de enchentes é facilitada. Portanto, a urbanização, entendida como o aumento da população urbana, é um fenômeno global e amplamente discutido na atualidade. Nesse sentido, a essa pode produzir mudanças significativas no uso do solo, com efeitos permanentes nas indagações hidrológicas, como aumento do escoamento superficial e diminuição da infiltração (ROCHA e SANTOS, 2018).

Assim, as edificações, calçadas e pavimentação de vias reduzem muito a permeabilidade do local, ou seja, impedem que a água penetre no material e no solo. Portanto, para evitar inundações urbanas, espera-se que cada cidade tenha leis e parâmetros que garantam a permeabilidade do solo e seu uso adequado (ABNT, 2013).

Em relação às soluções possíveis, um grupo propôs espaços verdes e outro defendeu o uso de pavimentos permeáveis. Adequado para o primeiro são os jardins de chuva, que recebem a água da chuva através de depressões do terreno como uma esponja. As biovaletas são depressões, de forma linear, revestidas de vegetação, solo e outros elementos filtrantes responsáveis por aumentar o tempo de escoamento e limpar a água infiltrada. Além disso, as lagoas pluviais atuam como reservatórios, recebendo escoamento superficial e armazenando grandes quantidades de água (IDALGO et al., 2018). Já para o segundo grupo, pavimento permeável pode ser definido como um mecanismo de infiltração no qual o escoamento superficial é

redirecionado através de superfícies permeáveis para reservatórios internos localizados no subsolo. Os pavimentos permeáveis com concreto permeável foram considerados mais eficazes, seguidos por gramados e pavimentos de paralelepípedos.

Apresentar uma descrição sobre permeabilidade do solo nas cidades é o objetivo geral deste trabalho, portanto a definição é baseada na metodologia bibliográfica a partir de sua importância e apresentação dos pavimentos permeabilizantes. Para atingir esse objetivo geral e demonstrar o domínio do assunto, foram ramificados os objetivos específicos da seguinte maneira:

- Diferenciar a drenagem urbana convencional da drenagem urbana sustentável;
- Evidenciar o processo de escoamento superficial e pavimentos permeáveis;
- Classificar os modelos de blocos principais, suas propriedades e materiais utilizados;
- Determinar as vantagens e desvantagens na sua utilização e locais aplicados.

A partir da perspectiva delineada neste tópico, a questão de pesquisa pode ser identificada como: qual a importância da permeabilidade do solo nas cidades?

Esta justifica-se pelos fundamentos teóricos da importância da permeabilidade do solo nas cidades e apresentação dos pavimentos permeabilizantes, levando assim em conta referências científicas mais amplas sobre o tema, enriquecendo dessa forma a produção de pesquisas contemporâneas. Dadas as lacunas levantadas e a resolução dessas lacunas, têm benefícios tanto a nível acadêmico como profissional e social. Porque, para além da resposta à questão colocada, especifica também a base de referência para a emergência de novas questões e experiências. Em seguida, contribui para a sociedade como um todo e atribui melhorias aos processos comumente utilizados por grandes públicos. Além disso, para o campo acadêmico, pois enriquece ainda mais o acervo científico de pesquisas sobre esse tema e levanta questões que precisam ser discutidas em pesquisas futuras.

2. Metodologia

A revisão bibliográfica narrativa é uma metodologia para o desenvolvimento de um tema, e é feita por meio de métodos qualitativos e descritivos. Para selecionar os autores citados, foram realizadas buscas em bases de dados como Scielo, Capes e Scholar por artigos, bem como por livros, revistas etc., utilizando o Kindle.

Segundo Lakatos e Marconi (2017), materiais complementares publicados por fontes confiáveis, assim como as próprias revisões bibliográficas, possuem alto grau de confiabilidade e atestam o que suas fontes cobrem, o que fornece uma base para o uso de dados e relatórios, e verificação da legitimidade.

Uma lista de bibliografias utilizadas foi elaborada com base em critérios de análise de títulos e uma breve leitura dos resumos de cada trabalho. Foram considerados materiais em português, inglês e espanhol. A divisão do período é entre os últimos 10 anos.

Então, de acordo com os objetivos propostos, o desenvolvimento deste artigo é feita em oito subtópicos, elencados como: Drenagem urbana convencional; Drenagem urbana sustentável; Escoamento superficial; Pavimentos permeáveis; Modelos de blocos principais; Propriedades dos blocos; Materiais utilizados; Vantagens e desvantagens na sua utilização e locais aplicados.

3. Referencial teórico

O crescimento urbano nas cidades brasileiras tem um impacto significativo na população e no meio ambiente. Esses problemas são causados principalmente pela forma como as cidades se desenvolvem: falta de planejamento, falta de controle sobre o uso do solo, ocupação de áreas de risco e sistemas de drenagem inadequados ou ineficientes (MARTINS, 2014).

O crescimento desordenado dos ambientes urbanos resultou na ocupação das margens e encostas dos rios, desmatamento, fechamento de solos e aumento da poluição do ar e dos rios. Esses fatores geram impactos ambientais que afetam o ciclo hidrológico (VASCO, 2016).

O aumento da temperatura deve-se à elevada capacidade de absorção de calor das superfícies impermeáveis, à concentração de edifícios que interferem na circulação do vento, à utilização de energia por veículos com motores de combustão interna, à utilização frequente de ar de refrigeração nas residências e na indústria, aquecimento atmosférico, poluição do ar levando à retenção de calor e rápida evaporação da água, tornando o ar incapaz de resfriar e umidificar (DONOSO, 2016).

Todos esses fatores criam concentrações de calor nos centros urbanos, formando as chamadas ilhas de calor. As ilhas de calor são um dos principais contribuintes para a precipitação mais intensa em grandes áreas urbanas: o ar quente e úmido dos corpos de água próximos ao contato das ilhas de calor é transportado para as camadas mais altas da atmosfera. As partículas tendem a subir em locais mais frios, condensando o vapor e causando processos convectivos que favorecem a precipitação. O ar quente tende a subir mais alto, com altitude proporcional à instabilidade e à probabilidade de tempestades, raios e granizo (ROCHA e SANTOS, 2018).

3.1 Drenagem urbana sustentável

Diante de cenários de inundações persistentes, medidas sustentáveis precisam ser tomadas para projetar sistemas de drenagem mais eficientes, pois aumentar a capacidade de drenagem da rede, desta forma será muito caro e, em condições climáticas extremas, podem não resolver o problema geral e a longo prazo. Múltiplas estratégias são necessárias para lidar com essas questões, que muitas vezes não podem ser resolvidas simplesmente com a construção de obras de drenagem em grande escala (BECKER, 2013).

Assim, nasceu o conceito de drenagem sustentável, com o objetivo principal de mimetizar o ciclo hidrológico natural, empregando novas tecnologias para suprimir os picos de vazão, reduzir a concentração de poluentes nas águas pluviais urbanas, evitar processos erosivos e capacidade de perda de águas subterrâneas (VASCO, 2016).

Ao contrário dos métodos sanitários, que são a rápida evacuação do excesso de chuva por meio de canais e tubulações, a drenagem sustentável visa controlar o escoamento superficial o mais próximo possível de onde a precipitação atinge a superfície, ou seja, o controle do escoamento. A redução do escoamento é conseguida através da infiltração do excesso de água no subsolo, evaporação e evapotranspiração - devolvendo parte da água à atmosfera - e através do armazenamento temporário, permitindo o reaproveitamento da água ou tratamento lento após a chuva.

O resultado é que as áreas alteradas passam a se comportar como condições hidrológicas pré-desenvolvimento, significando menos escoamento superficial, menos erosão e menos poluição da água e, portanto, menos investimento na mitigação dos impactos a jusante. Por exemplo, a simples orientação de um trecho de um córrego pode reduzir o risco de inundação em uma área específica por um determinado período (BRASIL, 2012).

No entanto, esta solução terá sérias ramificações, pois a aceleração do escoamento irá exacerbar as inundações a jusante e aumentar o transporte de lixo e sedimentos que se acumularão na seção de baixa velocidade, bem como aumentar a erosão nas seções posteriores à seção do canal (DEUS et al., 2016).

A segurança do trabalho atrai população e atividade econômica para as áreas mais próximas ao córrego, reduzindo o espaço natural para inundações. Além disso, se a impermeabilização e o funcionamento da piscina não forem controlados, a vazão aumentará gradativamente até que a capacidade do canal seja ultrapassada (COLLISCHONN e DORNELLES, 2016).

Para contornar esses efeitos, na mesma visão convencional, os segmentos de canal são ainda mais ampliados em capacidade e extensão, criando aí um círculo vicioso que levará à necessidade de maiores investimentos para solucionar um problema que de outra forma seria evitável. Nas áreas em processo de urbanização, os projetos de drenagem são elaborados para promover maior absorção de água (sedimentação) no solo, com a água não absorvida sendo direcionada por corredores até seu destino. Em algumas áreas urbanizadas, os sistemas de drenagem não suportam os fluxos de águas superficiais existentes, e os projetos de drenagem devem propor reajustes para melhorar sua eficiência (WIEBBELLING, 2016).

3.2 Escoamento superficial

Parte da poluição dos corpos d'água se deve ao escoamento superficial carregando material solto para áreas impermeáveis, áreas em construção, depósitos de resíduos sólidos etc. A impermeabilização evita processos naturais de infiltração e aumenta a velocidade de escoamento superficial, pois reduz a rugosidade da superfície. Isso leva a um maior escoamento superficial e aumenta a capacidade de carga de cargas mais poluentes (WIEBBELLING, 2016).

As redes de drenagem urbana são consideradas uma importante fonte de degradação hídrica, pois provocam a transmissão dessas cargas. Em suma, como consequência do acúmulo de sedimentos, tem-se (WIEBBELLING, 2016):

- Sedimentação de corpos d'água, reduzindo sua capacidade de drenagem durante as cheias. Dependendo da quantidade de chuva, podem ocorrer inundações, afetando as pessoas ao longo do rio;
- A rede de drenagem está total ou parcialmente bloqueada;
- Transporte de poluentes adicionados a sedimentos e águas pluviais contaminantes.

Em um ambiente urbanizado, as dinâmicas de interceptação e vazão da precipitação são diferentes daquelas que ocorrem no ambiente natural e ainda não foram influenciadas pelas atividades antrópicas. Em ambientes intocados, a precipitação é interceptada pela vegetação, solo e corpos d'água e flui ao longo da superfície até a evaporação, infiltração ou interceptação dos corpos d'água (TASSI, 2014).

Nos solos, a fração de precipitação que ocupa o subsolo tende a contribuir para o ciclo hidrológico por meio de evaporação, transpiração, escoamento superficial e infiltração, com parte da água começando a alimentar o lençol freático e escoando por infiltração para cursos d'água, mananciais, ou a jusante, podendo atingir aquíferos mais profundos.

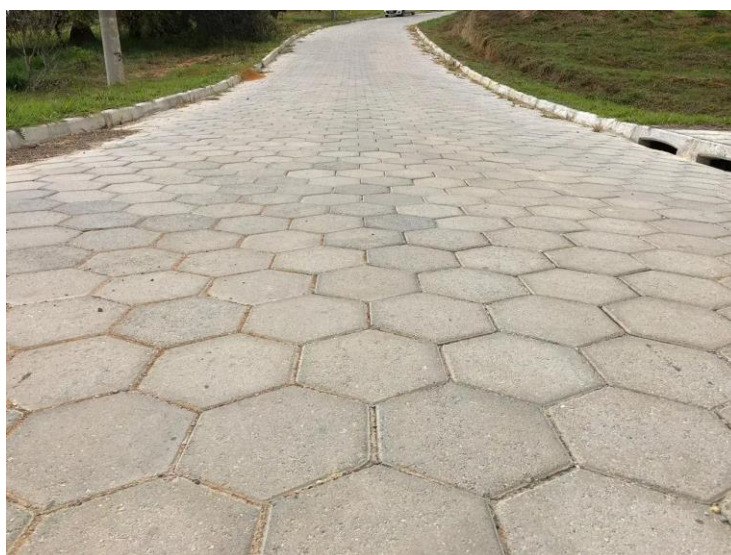
A saturação do solo ocorre quando a precipitação ocorre continuamente durante um curto período. Então, grandes quantidades de água começam a se formar, permitindo que ela flua sobre a superfície do solo, superando depressões e obstáculos (SOUZA, 2013).

Este fluxo é inicialmente laminar, difuso e lento. Geralmente ocorre dos níveis mais altos para os mais baixos e, à medida que flui, molda o solo, criando caminhos preferenciais de fluxo de água, pequenos riachos e talvegues. Ao atingir os talvegues, o escoamento se comporta mais próximo do que acontece no canal. A água desses canais naturais se junta até formar um canal maior (NETO, 2019).

3.3 Pavimentos permeáveis

O pavimento permeável (figura 1) tem a mesma função urbana do pavimento convencional, exceto que tem a propriedade de reduzir o escoamento superficial das águas pluviais. Em pavimentos permeáveis, parte ou toda a água que flui é absorvida, armazenada e escoada para o solo. Com esse tipo de solução, os picos de cheias e o escoamento de águas pluviais podem ser reduzidos, com isso, o impacto da urbanização nos sistemas de drenagem são mitigados (TASSI, 2014).

Figura 1 – pavimento permeável hexagonal



Fonte: CimentPav (2022)

A utilização de pavimentos permeáveis também tem se mostrado vantajosa do ponto de vista econômico. O custo adicional de construção e manutenção em relação ao pavimento convencional é muitas vezes compensado pelo menor custo do sistema de drenagem devido à menor vazão gerada.

Os pavimentos permeáveis consistem em uma camada superior de revestimento de drenagem sobre uma camada contínua de material granular. Pode ser revestido com concreto poroso (asfalto ou cimento) ou com blocos de concreto ociosos intertravados (SOUZA, 2013).

O revestimento de concreto é realizado com agregados de granulação fina. Uma camada de filtro (almofada geotêxtil ou filtro de areia) é colocada sob o revestimento, seguida por uma camada de cascalho com alto teor de vazios. Na interface entre a camada de cascalho e o terreno natural, também são utilizados filtros para evitar a migração de finos do solo para a base do pavimento (SOUZA, 2013).

3.4 Modelos de blocos principais

Além de sua função mecânica, a base de brita também atua como reservatório de amortecimento da água da chuva. Ele retém a umidade absorvida pelo revestimento, armazenando-a até que

penetre completamente no solo. Portanto, seu projeto hidráulico deve considerar o balanço hídrico entre a precipitação do projeto, o armazenamento de água e a capacidade de infiltração do solo. O revestimento dos blocos intertravados é colocado sobre uma camada de areia, que por sua vez é colocada sobre uma camada de filtro e outra camada de brita, semelhante a um revestimento de concreto. Os vazios do bloco podem ser preenchidos com cascalho, areia ou grama figura 2 e 3. Na última opção, devem ser utilizados solos vegetais com alto índice de permeabilidade (NETO, 2019).

Figura 2 – Vazios dos blocos preenchidos com areia.



Fonte: MevodoBrasil (2016).

Figura 3 – Vazios dos blocos preenchidos com grama.



Fonte: CimentPav (2022).

Além dos benefícios de reduzir o escoamento superficial, os pavimentos porosos podem reduzir outros impactos causados pelos pavimentos convencionais. Blocos de concreto intertravados que são preenchidos com grama, aumentam a área verde, melhoram as condições de evapotranspiração e reduzem as ilhas de calor. Quando usado em sistemas rodoviários, o concreto poroso pode reduzir o risco de derrapagem, melhorar a visibilidade, reduzir as distâncias de frenagem na chuva e reduzir o ruído do tráfego causado pela fricção pneu-estrada (DEUS et al, 2016).

3.5 Propriedades dos blocos

Betume poroso e revestimentos de blocos ocos são comuns no mercado brasileiro. O revestimento de concreto de cimento poroso deve ser realizado no local de acordo com as especificações da literatura profissional. Os blocos vazados são construídos da seguinte forma: um filtro geotêxtil é colocado no fundo do pavimento, com a finalidade de separar o agregado graúdo do solo no estado cheio, evitando assim que o solo migre para o silo de pedra (BECKER, 2013).

Após o preenchimento da camada de base com brita granítica 3 até atingir uma espessura final de 15 cm, a camada é compactada manualmente e o geotêxtil é novamente colocado sobre a camada de agregado para evitar a migração de areia intermediária da camada superior para a rocha reservatório. Em seguida, se coloca uma camada de areia média de 10 cm de espessura e, por fim, coloque os blocos ocos sobre a areia e preencha as juntas e furos dos blocos de concreto com areia (COLLISCHONN e DORNELLES, 2016).

3.6 Materiais Utilizados

Através dos critérios usuais de drenagem urbana, devem ser estudados vários percursos da rede de corredores, tendo em conta os dados topográficos existentes e o pré-dimensionamento hidrológico e hidráulico. A definição do projeto inicial é mais importante para a economia geral do sistema do que os estudos posteriores de detalhes do projeto, especificações de materiais etc. Esse trabalho deve ser acompanhado pelo planejamento urbano de ruas e quadras, caso contrário, as restrições de drenagem sempre acarretarão custos mais elevados. O sistema de galerias deve ser planejado de maneira uniforme para proporcionar drenagem adequada para todas as áreas (GOUVÊA, 2016).

Sendo o mesmo, os drenos de águas pluviais devem ser posicionados para fornecer adequadamente o fluxo de água de superfície para a rede de tubulação. A localização dos bueiros deve ter em conta as seguintes recomendações:

- Quando a saturação das sarjetas exigir ou exceder a sua capacidade de deglutição, as mesmas estarão em ambos os lados da via;
- Estarão localizadas baixas no percurso para evitar zonas mortas que criam inundações e água parada;
- A melhor solução para a instalação de bueiros é instalá-los a montante de cada faixa de travessia utilizada pelos peões, junto às esquinas.

Estas passagens podem ser associadas a obras de rebasculação, revestimento e contenção, assim como a escadas de acesso ou leitos de rua, podendo ser abertas ou fechadas com tabuleiros de betão amovíveis. Eles podem ter seções transversais retangulares, trapezoidais ou triangulares. As dimensões do canal devem levar em consideração a inclinação, materiais de construção, sedimentos transportados, etc., para atender aos critérios de velocidade máxima e mínima (GRIBBIN, 2013).

3.7 Vantagens e desvantagens na sua utilização e locais aplicados

Os Sistemas Sustentáveis de Drenagem Urbana (SUDS) tornam-se uma alternativa aos sistemas tradicionais de drenagem urbana. Um conjunto de tecnologias sustentáveis para o controle e

gestão de águas pluviais tem o potencial de aumentar a taxa de infiltração de águas pluviais no solo, minimizando assim os impactos negativos do escoamento superficial (ABNT, 2013).

Desta forma, a utilização deste mecanismo desempenha um papel direto na gestão do risco de inundação no local de implantação e proteção da bacia hidrográfica. Ao contrário dos sistemas tradicionais de drenagem de águas pluviais por meio de coletores enterrados, o SUDS caracteriza-se pelo controle do escoamento superficial na fonte, ou seja, o mais próximo possível do local afetado pela precipitação (SILVA, 2017).

Portanto, o escoamento é reduzido por meio de tecnologias que facilitam a evaporação e evapotranspiração, a infiltração do solo e o armazenamento temporário de água. Assim, os projetos de drenagem sustentável utilizam estruturas de controle de águas pluviais em pequenas unidades, reduzindo a necessidade de grandes equipamentos de gestão no curso do rio. Além disso, o conceito de sustentabilidade também se aplica à melhoria do ambiente construído e da qualidade de vida urbana (BRASIL, 2012).

Os principais inconvenientes constatados são: lençol freático elevado, acesso às fundações das edificações, metais pesados que contaminam o lençol freático local e falta de manutenção. Para reduzir os problemas causados pela contaminação, um mecanismo de tratamento pré-osmose pode ser incluído (SILVA, 2017).

4 Resultados e Discursão

Reiteirando os objetivos traçados é certo que todos os mesmos foram alcançados ao desenvolver as informações pertinentes à especificação, o que contribui para um melhor entendimento do assunto exposto no desenvolvimento do artigo.

Os autores base para a criação da discussão acerca da permeabilidade do solo nas cidades apresentam muito conhecimento sobre o tema. Dessa forma, a pesquisa fica mais rica e responde à questão de pesquisa originalmente definida, promovendo uma definição diferente do objetivo da classificação.

5 Conclusão

Com base no desenvolvimento deste artigo o conceito de permeabilidade urbana se refere à irrigação do território urbano por espaços públicos, ruas, e descreve como a forma urbana facilita ou impede o fluxo de pessoas e veículos em seu arranjo espacial. Os principais fatores que afetam o coeficiente de permeabilidade são: tamanho da partícula, índice de vazios, composição mineral, estrutura, fluido, macroestrutura e temperatura.

Quanto à permeabilidade do solo, a água que cai no solo penetra através dos espaços entre suas partículas. Quanto maiores forem as partículas que compõem o solo, maiores serão os espaços entre elas, e mais permeável será o solo, ou seja, mais rápido a água passará por ele. Fator muito importante: as cidades têm cada vez menos espaços verdes e, portanto, a taxa de penetração dos centros urbanos deve ser observada.

A crise hídrica que se vive atualmente não pode ser ignorada. Atualmente, as áreas urbanas são afetadas por inundações, o que impede que os líquidos escoem para o solo, tornando o lençol freático cada vez mais baixo. De qualquer forma, deve ser considerada a vantagem do revestimento de blocos ociosos, pois o mesmo apresenta maior eficiência em relação à permeabilidade no solo, trazendo o aspecto relevante também, o investimento na pavimentação

de intertravados nos últimos anos vem crescendo consideravelmente sendo umas das alternativas em larga escala na pavimentação de ruas.

Por fim, ainda há necessidade de continuar com pesquisas sobre esse tema para maior enriquecimento sobre o assunto juntamente com incentivo do governo e divulgação de todas as suas vantagens na pavimentação urbana.

Referências

- ABNT. **NBR 9781: Peças de concreto para pavimentação – Especificação e método de ensaio**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2013.
- BECKER, P. **Utilização do SIG no Cadastro da Rede de Macro drenagem e Micro drenagem**. Laguna, SC. 2013.
- BRASIL. **Lei Complementar Nº 32: Dispõem Sobre o Plano Diretor Municipal – PDM, Que Abrange Todo o território do Município de Canela**. Rio Grande do Sul, Canela, 2012.
- COLLISCHONN, W.; DORNELLES, F. **Hidrologia para Engenharia e Ciências Ambientais**. Porto Alegre: ABRH, 2016.
- DEUS, R.A.S.G et al. **Análise das Características Morfométricas da Bacia Hidrográfica do Rio Ipojuca – PE**. REGNE, 2016.
- DONOSO, V. G. **Quadro de paisagismo brasileiro – Sistemas de espaços livres: Anápolis, o processo que compõe a cidade**. 1ª Oficina. Anápolis, 2016.
- GOUVÊA, L. **Telhado Verde: A união perfeita entre Design Arquitetônico, Otimização do Espaço Urbano e Sustentabilidade**. Fastcon Construção Sustentável. 2016.
- GRIBBIN, J. E. **Introdução à Hidráulica, hidrologia e gestão de águas pluviais - Tradução**. 3ª Edição. São Paulo: Cengage Learning, 2013.
- IDALGO, A. N. et al. **Determinação do coeficiente de permeabilidade de elementos drenantes de concreto**. Iturama (MG). Revista Eletrônica Organizações e Sociedade, 2018.
- LAKATOS, E.M.; MARCONI, M.A. **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 2017.
- MARTINS, R. M. **Análise da capacidade de infiltração do pavimento intertravado de concreto**. Pato Branco: Universidade Federal do Paraná, 2014.
- NETO, A. T. **Simulação de sistemas de drenagem urbana sustentável aplicada em um loteamento urbano utilizando o EPA SWMM**. Pato Branco. Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2019.
- ROCHA, P. C.; SANTOS, A. A. **Análise hidrológica em bacias hidrográficas**. Fortaleza. Mercator. 2018.
- SILVA, F. M. et al. **Avaliação da resistência mecânica de pisos intertravados de concreto sustentáveis (PICS)**. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2017.
- SOUZA, V. C. B. **Gestão urbana no Brasil: desafios para a sustentabilidade**. Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais (GESTA), 2013.
- TASSI, R. et al. **Telhado verde: uma alternativa sustentável para a gestão das águas pluviais**. Ambiente Construído, 2014.

VASCO, J. R. J. **Sistemas urbanos de drenagem urbana**. Lisboa. Dissertação (Mestrado) - Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, 2016.

WIEBBELLING, P. O. G. **Pavimento com blocos intertravados de concreto: estudo de caso na UNIVATES**. Lajeado: UNIVATES, 2015.