

## CONCRETO PERMEÁVEL: Estudo do uso do concreto permeável para fins de revestimentos em calçadas, praças e ciclovias

Acácio Barbosa de Souza<sup>1</sup>; Everton da Silva Pereira<sup>1</sup>; Lucas Henrique Lozano Dourado de Matos<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> Graduando em Engenharia Civil, Faculdades Integradas de Três Lagoas – FITL/AEMS; <sup>2</sup> Mestre em Engenharia Civil – UNESP; Esp. em Gestão de Projetos – ESALQ/USP, docente das Faculdades Integradas de Três Lagoas – FITL/AEMS

\* autor correspondente: englhmatos@gmail.com

### Resumo

Uma das maiores preocupações urbanas nos últimos anos em muitas cidades brasileiras tem sido o crescimento populacional de maneira desordenada, gerando problemas pelo uso indevido do solo como inundações, enchentes e poluição. O presente trabalho apresenta o concreto permeável como uma possível solução para auxiliar o sistema de drenagem na diminuição das inundações e enchentes, pois esse tipo de concreto apresenta um grande volume de vazios interconectados, que facilitam a infiltração da água, diminuindo o escoamento superficial. O material é feito por meio da mistura de cimento, agregados graúdos e pouca ou nenhuma areia, e é considerado por muitos uma alternativa viável para a contribuição da drenagem urbana.

**PALAVRAS-CHAVE:** concreto permeável; urbanização brasileira; enchentes e inundações urbanas.

### 1 INTRODUÇÃO

Na década de trinta do século vinte, o Brasil passou por um grande ciclo de expansão, mas foi apenas em 1970 que a população urbana do Brasil se tornou maior que a rural, ano em que a velocidade da urbanização impressionou a muitos, fazendo com que parte da população começasse a viver de forma desordenada (BRITO; HORTA; AMARAL, 2017).

Segundo Saatkamp (2019), esse desordenamento se trata de quando a urbanização é feita de forma acelerada e sem o devido monitoramento podendo ser responsável por impactar de maneira drástica o meio ambiente, pois devido a poluição por falta de racionalidade populacional, ou de medidas governamentais, ela gera sérios problemas nos recursos hídricos (que é um dos principais impactos ambientais gerados pela urbanização sem controle). Um exemplo disso são os loteamentos clandestinos, através de invasões de locais de risco ou áreas

protegidas, aumentando a possibilidade de cheias, provocando enchentes e inundações dessas áreas (HOLTZ, 2019). Diante disso, a prefeitura de muitas cidades teve de adotar medidas para diminuir todo esse impacto ambiental orientando à população a deixar sempre uma área útil no terreno para permeabilização, controlando assim o escoamento superficial (SANTOS, 2020).

Uma alternativa considerada por muitos autores viável, é a instalação do material abordado neste trabalho, o “concreto permeável”, para que a área permaneça permeável, pois o mesmo tem uma grande presença de vazios que permite a passagem dos fluidos, deixando uma boa permeabilidade ao local aplicado (LAMB, 2014).

É importante ressaltar que esse material não descarta a necessidade de um sistema de drenagem no local, ele funciona como um aliado dele permitindo uma boa qualidade de vida com um mínimo de impacto no meio ambiente possível. O

material aqui apresentado pode ser destinado para assentamentos de praças, ciclovias, passeios, depósitos sem coberturas, estacionamentos, espaços de lazer, entre outros locais que tenha fluxo de cargas leves (MARIANO, 2014).

A presente pesquisa tem como objetivo descrever a eficiência do concreto permeável como auxiliador na drenagem urbana e sua viabilidade ao ser aplicado como pavimentação de locais que tenha uma solicitação pequena de resistência, a fim de minimizar ou extinguir as enchentes e seus impactos.

A presente pesquisa foi desenvolvida na base de dados do Google acadêmico utilizando as palavras chaves concreto permeável, drenagem urbana, enchentes urbanas e inundações urbanas. Através de uma janela de pesquisa entre um período específico (2014-2020) com uma avaliação de pontos relevantes que agregassem informações necessárias para o enriquecimento informativo do trabalho elaborado.

## 2 URBANIZAÇÃO

A urbanização trata-se do deslocamento da população de áreas rurais, para áreas urbanas, muitas vezes em busca de melhores condições de vida. Esse fato pode mudar muito o cenário de um país, como as bases econômicas, sociais e política, além de alterar os padrões de renda, identidade cultural e nacional (MOURA et al., 2018).

O fim da hegemonia agrária exportadora é considerado um dos motivos para que a estrutura da produtividade do ambiente urbano se intensificasse, incentivando assim obras de infraestrutura e desenvolvimento industrial, fortalecendo a economia urbana através da necessidade de um mercado consumidor interno. O ano de 1950 é considerado o marco do crescimento demográfico do Brasil em muitas cidades, especialmente na região sudeste devido ao aumento da taxa de natalidade e diminuição da de

mortalidade (TEIXEIRA; RIBEIRO, 2016).

Esse fenômeno de urbanização é conhecido também como êxodo rural, que tem gerado intensas aglomerações urbanas, pelo fato de o mercado de trabalho urbano não conseguir absorver toda mão de obra, resultando em precariedades nas formas de moradias, meios de transportes e saneamento básico. Ou seja, esse é um dos motivos da crescente expansão das favelas, que fazem muitas das vezes em má ocupação do solo, gerando crescimento da economia informal e aumento de contingente de população pobre (UGEDA-JÚNIOR, 2014).

No Brasil, o crescimento urbano foi em ritmo acelerado, e sem muito controle, o que gerou problemas ao meio ambiente por provocar mudanças drásticas na natureza, tais como desmatamentos, poluições, aumento na geração de lixo e degradação da terra (que deixa escasso os nutrientes). Dentre esses problemas, as ocupações irregulares da população em margens de rios e nascentes, gerando enchentes e inundações nos grandes centros urbanos que tem ligação com a falta de planejamento do uso e ocupação do solo. Esse mau uso é responsável por impermeabilizar de maneira desordenada áreas do solo, deixando assim superfícies impermeáveis, gerando então inundações ou enchentes (GONÇALVES, ABREU; FERREIRA, 2017).

**Figura 1. Perfil esquemático dos processos de enchente e inundação.**



**Fonte:** Extraído de Carvalho et al., 2007.

As definições para “enchentes” ou “cheias” vem do latim *implere*, que

significa “ocupar o vão, a capacidade ou a superfície”, “tornar cheio por repleto”, ou seja, é quando o nível de água de um pequeno rio, córrego, riacho, arroio e/ou ribeirão apresenta elevação, acima de sua vazão normal, porém sem transbordar. Neste trabalho, ao fazer uso desse termo refere-se quando a vazão atinge seu nível máximo, transbordando então para as áreas marginais ocorrendo a inundação (TUCCI, 2014). A Figura 1 ilustra a diferença entre enchente e inundação.

A aplicação de pavimentos permeáveis, por ter alta capacidade drenante, pode auxiliar o sistema de drenagem local para que a área continue permeável, diminuindo o acúmulo de água superficial (SILVA, 2019).

### 3 PAVIMENTO PERMEÁVEL

O pavimento permeável surge como alternativa que pode auxiliar os sistemas de drenagem existentes na região aplicada, que em muitos casos se encontram obstruídas e obsoletas, e diminuir os custos dela, evitando também gastos com “piscinões”. É constituído por ligante hidráulico, material britado de graduação uniforme, água e pouca ou nenhuma quantidade de agregado miúdo, tendo então uma elevada relação agregado/pasta, o que gera economia de cimento e contato grão a grão e tem uma grande contribuição para amenizar os efeitos negativos da impermeabilização do solo, sendo responsável por infiltrar e armazenar água que antes escoava diretamente para os rios, deixando-os sobrecarregados (CASTRO, 2015; PEREIRA; BARBOSA, 2015). A Figura 2 mostra um exemplo de *paver* de concreto permeável.

#### 3.1 Instalação do pavimento permeável

A NBR 16316 (ABNT, 2015) menciona que quando um pavimento de concreto permeável for moldado no local, deve apresentar uma resistência à tração

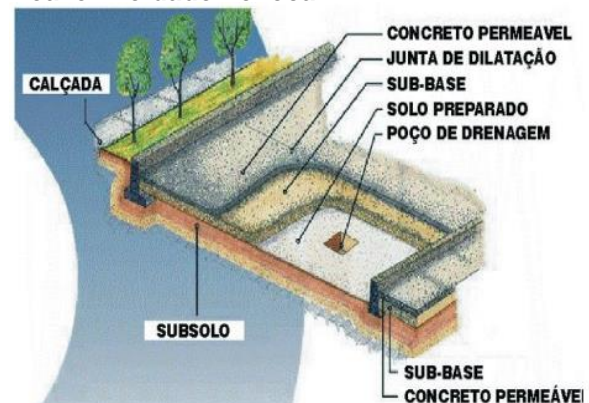
na flexão igual ou superior a 2 MPa para tráfegos leves ou igual ou superior a 1 MPa quando é destinado para tráfego de pedestres. A Figura 3 ilustra um modelo de aplicação do concreto permeável.

**Figura 2. Demonstração de um *paver* de concreto permeável.** Pode-se visualizar a permeabilidade do *paver* ao entrar em contato com a água.



Fonte: Extraído de Mariano, 2014.

**Figura 3. Modelo de aplicação do concreto permeável moldado no local.**



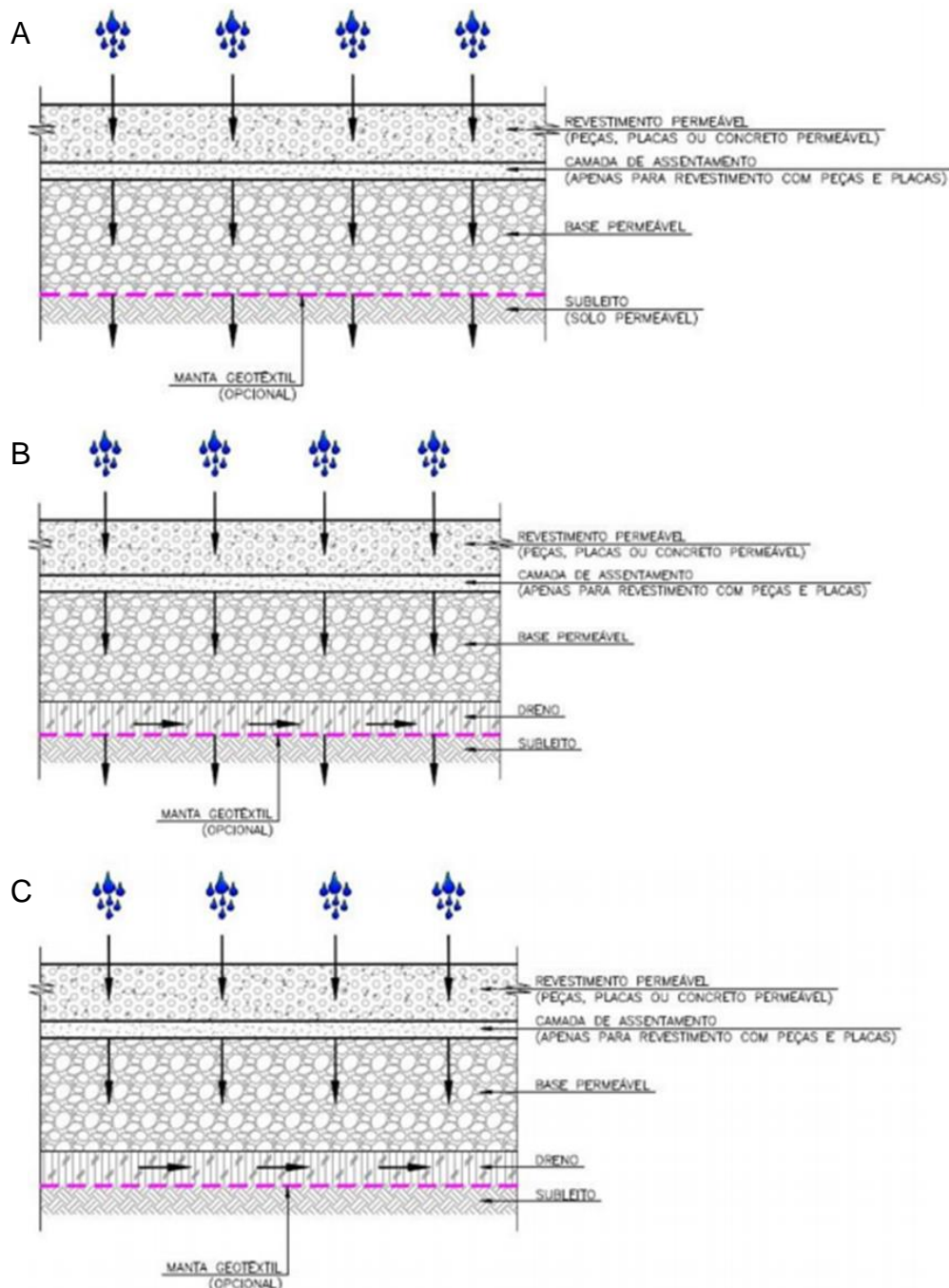
Fonte: Extraído de Murucci, 2014.

É importante ressaltar que ao serem aplicados sem o uso de reservatórios superficiais, o solo deve ter boa infiltração. Existe uma variedade de formas, tamanhos e modelos, mas para a escolha ideal, deve-se levar em consideração a espessura da peça, que deve ser escolhida de acordo com o fluxo de cargas que o pavimento recebe. A escolha correta é de suma importância para o aproveitamento eficiente, tais como, (i) aumento da segurança do local pelo atrito que pode reduzir o índice de acidentes mesmo de veículos leves; (ii) redução dos ruídos no local pavimentado, pois o ar localizado na

frente do pneu ao entrar em contato com os vazios do concreto reduz o bombeamento, um dos principais responsáveis pelos ruídos de contato entre pneu e pavimento, que é gerado pelo fluxo de ar

entre os sulcos do pneu e o pavimento, além de manter a área permeável do local aplicado (AMARAL, 2017; BOTTEON, 2017).

**Figura 4. Tipos de sistemas de infiltração dos pavimentos permeáveis.** A. Infiltração total – toda água se infiltra entre os poros e alcança o subleito se infiltrando no solo. B. Infiltração parcial – parte da água se infiltra para camada do solo, enquanto a outra parte fica temporariamente retida, sendo posteriormente retirada por sistema de dreno. C. Sem infiltração - a água não infiltra no subleito ficando temporariamente armazenada na estrutura e posteriormente escoada por um sistema de drenos.



Fonte: Extraído de ABNT, 2015.

### 3.2 Permeabilidade relacionada com o tipo de infiltração

De acordo com NBR 16416 (ABNT, 2015), o pavimento permeável contém três tipos de sistemas de infiltração, que podem ser escolhidos de acordo com as características do solo (Figura 4).

### 3.3 Resistência do concreto permeável

A resistência do concreto permeável

está diretamente relacionada com a espessura e com o uso ao qual ele será destinado, a NBR 16416 (ABNT, 2015) estabelece os requisitos mínimos de projeto, estrutura, especificação, execução e manutenção de pavimentos permeáveis de concreto de acordo com o uso que ele será destinado, conforme pode ser visto no Quadro 1.

Quadro 1. Requisitos mínimos do revestimento permeável.

Tipo de revestimento	Tipo de solicitação	Espessura mínima (mm)	Resistência mecânica característica (MPa)	Coefficiente de Permeabilidade do pavimento recém-construído (m/s)
Peça de concreto (juntas alargadas ou áreas vazadas)	Tráfego de pedestres	60,0	≥35,0 <sup>a</sup>	>10 <sup>-3</sup>
	Tráfego leve	80,0		
Peça de concreto permeável	Tráfego de pedestres	60,0	≥20,0 <sup>a</sup>	
	Tráfego leve	80,0	≥02,0 <sup>b</sup>	
Placa de concreto permeável	Tráfego de pedestres	60,0	≥01,0 <sup>c</sup>	
	Tráfego leve	100,0	≥02,0 <sup>c</sup>	

<sup>a</sup> determinação da resistência à compressão, conforme na ABNT NBR 9781.

<sup>b</sup> determinação na resistência à flexão, conforme na ABNT NBR 15805.

<sup>c</sup> determinação da resistência à tração na flexão, conforme na ABNT NBR 12142.

Fonte: Extraído de (ABNT, 2015).

É de importante conhecimento que, por conta de sua alta porosidade, a resistência do concreto permeável é inferior em relação ao convencional, sua resistência geralmente não ultrapassa os 30 MPa, e para alcançar valores maiores é necessário o uso de aditivos, redução de sua porosidade no fundo da camada de revestimento, compactando mais de uma camada, melhorando sua condição mecânica, ou ainda, por aplicação de vibração na camada concretada. Sendo assim, é recomendável utilizá-lo apenas em regiões onde as solicitações são menos intensas (BATEZINI, 2019).

Pansera et al. (2016) e Stock (2017), apontam que os pontos mais apropriados para a aplicação do concreto permeável são locais onde o tráfego é mais leve, indicado para ciclovias, calçadas, praças, áreas de lazer, estacionamentos e vias que possuem tráfego de

veículos de pequeno porte. Visando sempre buscar a aplicação de um sistema de captação e infiltração adequado para cada tipo de solo ou projeto para que sua eficiência seja satisfatória.

### 3.4 Vantagens e desvantagens

O Quadro 2 apresenta as vantagens e desvantagens do uso do concreto permeável para pavimentação (MULLER, 2017).

A aplicação de pavimentos permeáveis em centros urbanos reduz o escoamento superficial aumentando o reabastecimento de lençóis freáticos e contribuindo para melhoria da qualidade da água de mananciais. Gonçalves e Oliveira (2014), relata que a aplicação do pavimento permeável é muito vasta, pois quando a água não pode infiltrar no subleito devido à baixa permeabilidade do solo ou se o nível do lençol freático for

alto, o concreto permeável pode funcionar como uma barreira de contenção, sendo utilizada uma membrana impermeável entre o reservatório de captação e o subsolo existente. Souza Junior,

Baesse, Amorim Junior (2018), apontam ainda que um dos principais pontos positivos do pavimento permeável é sua capacidade de infiltração eliminando o acúmulo de água na superfície do piso.

**Quadro 2. Tabela de desvantagens e vantagens do pavimento de concreto permeável.**

Desvantagens	Vantagens
Devido ao índice de vazios elevado, a resistência do concreto acaba sendo reduzida, o que resulta na utilização para áreas de tráfego leve (HOLTZ, 2011).	A utilização do concreto permeável pode resultar em uma redução (ou eliminação) de grandes obras de drenagem, gerando ganho ambiental e econômico (eleva o valor da terra) (HOLTZ, 2011).
Tempo de vida útil menor que os pavimentos asfálticos tradicionais, cerca de 15 anos (HOLTZ, 2011).	Elimina empossamentos, e outros problemas relacionados com enxurradas (HOLTZ, 2011).
Manutenção periódica com lavagem à vácuo (PINTO, 2011).	Reabastecimento hídrico, ajuda a dispensar ou reduzir sistemas de irrigação (HOLTZ, 2011).
Manutenção do sistema para evitar a colmatagem com o tempo (COUTINHO, 2011).	Pode ser executado in loco, com materiais locais, baixa tecnologia e mão-de-obra não especializada (HÖLTZ, 2011).
Risco de contaminação de aquíferos (COUTINHO, 2011).	Não necessita longo tempo de cura, tem tempo de pega reduzido (HÖLTZ, 2011).
Pouca perícia dos engenheiros e contratantes com relação a tecnologia (ACIOLI, 2005).	Custo de manutenção relativamente baixos (HÖLTZ, 2011).
Envolve risco de falha considerável, devido a colmatagem ou má construção (ACIOLI, 2005).	Auxilia na redução do aquecimento da terra permite troca de calor entre o subsolo e a superfície (HÖLTZ, 2011).
Necessidade de inspeções regulares para verificar a eficiência dos pavimentos (PINTO, 2011).	Permite que a água e o oxigênio cheguem as raízes das árvores. Estas árvores produzem sombra, criando um efeito de resfriamento (HÖLTZ, 2011).
O risco de gerar inundações e prejuízos às populações se a técnica falhar devido à impermeabilização do solo pela colmatagem (ALENCAR, 2013).	Minimiza o efeito de ilha de calor em centros urbanos (substitui o asfalto escuro, por um material claro, que armazena água) (HÖLTZ, 2011).
Em caso de entupimento, a reabilitação do pavimento é difícil e cara (COLLINS et al. apud PINTO, 2011).	Filtra materiais indesejáveis (como copos de plásticos, garrafas, entre outros) que seriam carregados pela chuva, podendo parar em rios (HÖLTZ, 2011).
	É um material reciclável (HÖLTZ, 2011).
	Devido ao fato de ter os agregados expostos, o pavimento permeável de concreto acaba por favorecer a tração dos veículos, evitando derrapagens (HÖLTZ, 2011).
	Reduz a necessidade de criar grandes poços de detenção, pois o pavimento age como uma área de detenção. Gerando menores custos de mão-de-obra, encanamentos, drenos, entre outros (HÖLTZ, 2011).
	Baixa retração (HÖLTZ, 2011).
	Diminuição da poluição sonora (ACIOLI, 2005).

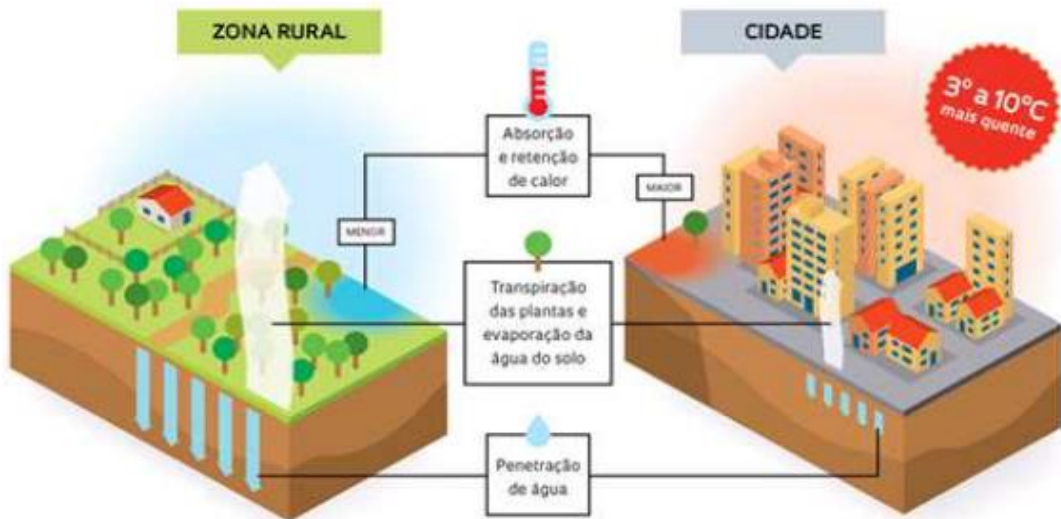
Fonte: Extraído de Muller, 2017.

Botteon (2017) menciona a vantagem em relação à temperatura, ao relatar que o aumento das temperaturas urbanas tem ligação direta com a impermea-

bilização do solo, com a substituição da vegetação por áreas de construção fazendo com que a temperatura suba causando o efeito ilha de calor em alguns pontos de grande centro urbanos. Esse fenômeno provoca mudanças na atmosfera causando precipitações repentinas, com grande poder volumétrico de águas nessas áreas. O uso do concreto

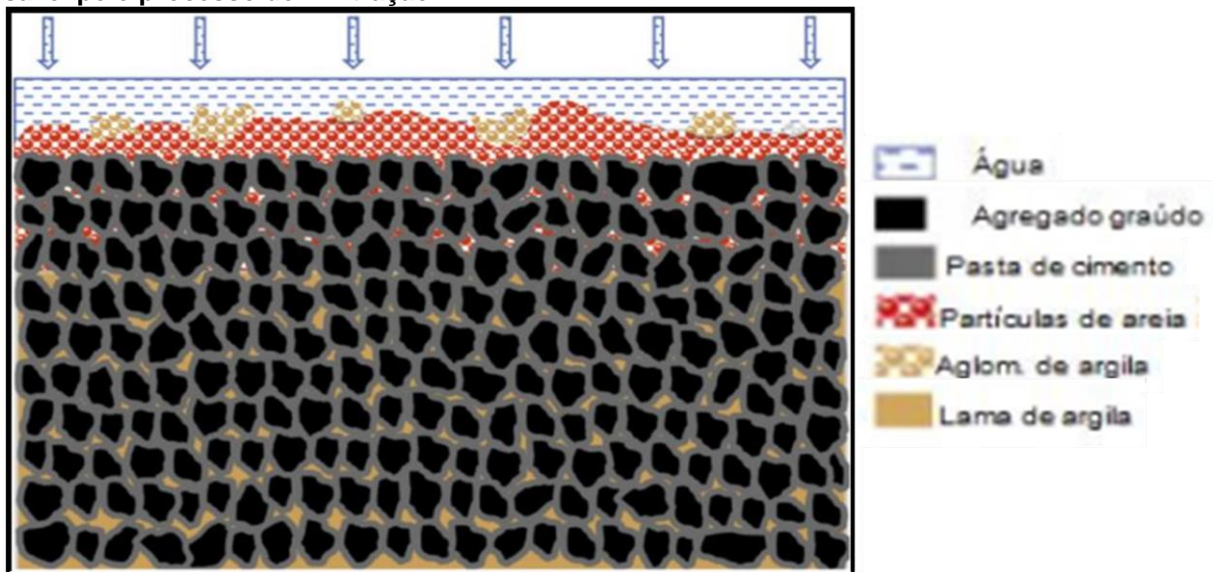
permeável faz com que a temperatura caia devido a sua capacidade de reter menos calor, reduzindo o efeito ilha calor, Figura 5. O uso mais eficiente do solo minimiza ou até mesmo extingue a necessidade de outro sistema de drenagem e também permite a sobrevivência de algumas vegetações que conseguem ter contato da água com suas raízes.

**Figura 5. Esquema representativo dos fatores relacionados ao aumento da temperatura nos centros urbanos. Destaque para a diferença na penetração de água nos solos da zona rural e urbana.**



Fonte: Extraído de Botteon (2017).

**Figura 6. Partículas de diversos tamanhos obstruindo os vazios do concreto permeável responsável pelo processo de infiltração.**



Fonte: Adaptado de Kia, Wong e Cheeseman, 2018.

### 3.5 Critérios a serem observados

Kia, Wong e Cheeseman (2018), perceberam que houve uma redução significativa na permeabilidade do concreto

ao decorrer do tempo devido a pequenas partículas de areia e argila que penetraram em seu corpo poroso, fechando seus poros e reduzindo a sua eficiência na captação da água. Pode-se observar na Figura 6 que as partículas de areias mais grossas ficam sobre a superfície do revestimento enquanto o material mais fino, como argila e outros aglomerantes mais finos, vão penetrando no seu interior poroso, fazendo com que os poros inferiores se fechem resultando em perda de capacidade de absorção da água do revestimento, impedindo que a infiltração necessária seja concluída.

### 3.6 Custo de implantação

Chandrappa e Biligiri (2016) relatam que o custo-benefício do concreto permeável é relativo devido à infraestrutura que é necessária para que sua eficiência seja relativamente alta, levando em consideração que a grande maioria dos centros urbanos já possui um sistema de drenagem e uma estrutura urbana sólida, que teria que ser modificada em quase sua totalidade gerando custos que não seriam viáveis economicamente, além da mão de obra qualificada para sua execução. Os estudos mostram ainda que os custos iniciais do concreto permeável são mais elevados devido aos parâmetros de controle de execução e projeto para atingir a sua eficiência na infiltração. Porém, Terhell et al. (2015) defendem que o concreto permeável tem redução de custo em suas manutenções de até 30% durante sua vida útil comparado ao pavimento de concreto convencional, pois seu sistema de manutenções é de baixo custo permitindo uma larga vantagem em custos de manutenção.

## 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com as pesquisas realizadas, é possível concluir que o pavimento feito de concreto permeável, é uma alternativa considerada viável por contribuir com a diminuição dos

problemas relacionados à enchentes ou inundações de modo seguro e eficaz, além de problemas estruturais que possam ser apresentados ao longo dos anos, apresentando baixo custo de manutenção ao longo de sua vida útil comparado ao pavimento convencional, contribui diretamente com o meio ambiente reduzindo os efeitos de ilhas de calor em centros urbanos. Considerando esses fatores, pode-se afirmar que a aplicação do pavimento permeável gera muitos benefícios, tanto econômicos, quanto ambientais, tornando-se uma solução viável aos problemas causados pela urbanização desordenada.

Além dos benefícios citados acima com relação concreto permeável, conclui-se que as melhores áreas de aplicação, na finalidade de pavimento permeável, são em áreas que tenham solicitações de esforços menores, por exemplo: Calçadas, praças, ciclovias, ou áreas que tenham fluxo de cargas leves.

## REFERÊNCIAS

AMARAL, A. C. R. do. Pavimento intertravado de concreto convencional e permeável. 91 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Graduação, Universidade Federal do Rio de Escola Politécnica, Rio de Janeiro, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16316: Superfícies de cobre antimicrobiano - Requisitos e métodos de ensaio. 1 ed. S.i, 17 p. 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 164116: Pavimentos permeáveis de concreto - Requisitos e procedimentos. 1 ed. S.i, 25 p., 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 164116: Pavimentos permeáveis de concreto - Requisitos e procedimentos. 1 ed. S.i, 25 p., 2015.

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16416: Superfícies de cobre antimicrobiano - Requisitos e métodos de ensaio. 1 ed. S.i: Abnt, 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16316: Superfícies de cobre antimicrobiano - Requisitos e métodos de ensaio. 1 ed. S.i, 17 p., 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16416: Superfícies de cobre antimicrobiano - Requisitos e métodos de ensaio. 1 ed. S.i, 17 p., 2015.
- BATEZINI, R. Estudos das características hidráulicas de calçadas em concreto permeável em pista experimental. 293 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Pós-graduação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.
- BOTTEON, L. M. Desenvolvimento e caracterização de concreto permeável para utilização em blocos intertravados para estacionamentos. 95 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Bacharelado, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2017.
- BRITO, F.; HORTA, C. J. G.; AMARAL, E. F. L. A urbanização recente no Brasil e as aglomerações metropolitanas. Open Science Framework Preprints, ago., 2001.
- CASTRO, L. F. A. de. Estudo de traço de concreto permeável de cimento Portland. 57 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Graduação, Universidade de Santa Cruz do Sul, Santa Cruz do Sul, 2015.
- CHANDRAPPA, A. K.; BILIGIRI, K. P. Pervious concrete as a sustainable pavement material – Research findings and future prospects: A state-of-the-art review. Construction and Building Materials, v. 111, p. 262-274, 2016.
- GONÇALVES, A. B.; OLIVEIRA, R. H. DE. Pavimentos permeáveis e sua influência sobre a drenagem. Água em ambientes urbanos. Seminário. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo p. 12, 2014.
- GONÇALVES, A. O. da S.; ABREU, E. S. As consequências da expansão urbana no meio ambiente de Anápolis, Goiás. Cadernos de Direito Actual, Anápolis, v. 1, n. 8, p. 11-22, ago. 2018.
- JÚNIOR, J. C. U. Planejamento da paisagem e planejamento urbano: reflexões sobre a urbanização brasileira. Revista Mato-Grossense de Geografia, v. 17, n. 1, 2014.
- KIA, A.; WONG, H. S.; CHEESEMAN, C. R. Clogging in permeable concrete: A review. Journal of Environmental Management, Reston, v. 193, p. 221-233, maio 2017.
- LAMB, G. S. Desenvolvimento e análise do desempenho dos elementos de drenagem fabricados em concreto permeável. 152 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Pós-graduação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.
- MOURA, R.; OLIVEIRA, S.; PÊGO FILHO, B. Escalas da urbanização brasileira, Texto para Discussão, No. 2372, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Brasília, 2018.
- MÜLLER, M. Z. Técnica compensatória de drenagem urbana: um estudo sobre pavimento de concreto permeável. 76 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Graduação, Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, 2017.
- MURUCCI, R. Concreto permeável – Blog do PET Civil, 2000.

PIMENTA, H. S.; PANSERA, A. C.; ANDRADE, L. T. Elaboração de concreto permeável para construção civil. Jornada científica da UNESCO, v. 1, 2016.

RIOS, C. D.; ALVES, M. S.; SILVA, S. dos R. F. Concreto permeável: uma alternativa tecnológica sustentável na prevenção de enchentes e na eliminação de problemas ambientais e urbanos. 2019.

SAATKAMP, A. et al. A research agenda for seed-trait functional ecology. *New Phytologist*, v. 221, n. 4, p. 1764-1775, 2019.

SANTOS, I. S. dos. Análise da viabilidade de utilização do resíduo da lapidação do granilite em concreto permeável. 45 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Bacharelado, Instituto Federal Goiano, Rio Verde - Go, 2020.

SOUZA JUNIOR, R. B.; BAESSE, T. DE A.; AMORIM JUNIOR, J. C. Utilização de pavimentos permeáveis para redução do escoamento superficial provenientes das águas pluviais. p. 1-19, 2018.

TEIXEIRA, A. N.; RIBEIRO, M. B. P. A urbanização brasileira: reflexões acerca da segregação socioespacial. Encontro Nacional de Geógrafos, v. 18, 2016.

TERHELL, S. L. et al. Cost and benefit analysis of permeable pavements in water sustainability. In: *ESM 121: Water Science and Management*, 8 p., 2015.

TUCCI, C. E. M. Controle de Enchentes. In: TUCCI, C.E.M. (org.). *Hidrologia: ciência e aplicação*. – 4ª ed. – Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABEH, 2014.