Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.05,2024

ISSN 2178-6925

A INFLUÊNCIA DA ESPESSURA NO COEFICIENTE DE PERMEABILIDADE DE PLACAS PRÉ-MOLDADAS DE CONCRETOS PERMEÁVEIS

THE INFLUENCE OF THICKNESS ON THE PERMEABILITY COEFFICIENT OF PRECAST PERMEABLE CONCRETE PLATES

Claudio Henrique Tavares Lima

Acadêmico em Engenharia Civil, IESC/FAG – Faculdade Guaraí, Brasil

E-mail: chtl9053@gmail.com

Luis Henrique de Morais Machado

Acadêmico em Engenharia Civil, IESC/FAG – Faculdade Guaraí, Brasil

E-mail: luishenriquedemorais35@gmail.com

Leondiniz Gomes de Sousa Júnior

Mestre em Engenharia Ambiental pela FURB; Docente da IESC/FAG, Brasil

E-mail: leondiniz.junior@iescfag.edu.br

Resumo

Em âmbito mundial é sabido a tamanha busca por desenvolvimento e melhor qualidade de vida buscada pelas nações, com isso afetando significativamente o estado natural do planeta. Em função desta constante evolução houve o surgimento da necessidade de vias pavimentadas e esses pavimentos acarretaram a diminuição da permeabilidade do solo e prejuízo ao ciclo hidrológico da água, no qual pode ser um fator ativamente contribuinte para a ascensão de ocorrências de alagamentos e enchentes. Com isso, surgiu a existência de uma solução para pavimentação com o intuito de reduzir esses impactos causados pela impermeabilidade do solo pavimentado, esta inovação denomina-se concreto permeável, na qual este tipo de pavimento possibilita que o fluido transpasse sua estrutura, dessa forma podendo evitar os transtornos causados pela impermeabilidade. Considerando a importância deste dos pavimentos e também a preservação e o crescimento sustentável o presente artigo realizou ensaio de coeficiente de permeabilidade de acordo coma norma NBR 16416 (ABNT, 2015) em placas com espessuras diferentes com objetivo de relacionar qual a influência que a espessura do concreto permeável possui em relação ao coeficiente de permeabilidade, para que possa servir de auxílio para as possibilidades de aplicação desta solução de pavimentação permeável. Foi observado que a placa de 6 cm obteve o melhor resultado de coeficiente de permeabilidade com o valor de 9,80 mm/s, tendo em vista que o mínimo exigido pela norma é 1 mm/s.

Palavras-chave: Concreto permeável; Coeficiente de permeabilidade; Pré-moldado.

Abstract

Worldwide, it is known that nations seek such great search for development and better quality of life, thereby significantly affecting the natural state of the planet. Due to this constant evolution, there was a need for paved roads and these pavements resulted in a decrease in soil permeability and damage to the hydrological water cycle, which can be an actively contributing factor to the increase in flooding and flooding. With this, the existence of a solution for paving emerged with the aim of reducing these impacts caused by the impermeability of the paved soil, this innovation is called permeable concrete, in which this type of pavement allows the fluid to pass through its structure, thus being able to avoid problems caused by impermeability. Considering the importance

ISSN 2178-6925

of this type of pavement and also the preservation and sustainable growth, this article carried out a permeability coefficient test in accordance with standard NBR 16416 (ABNT, 2015) on boards with different thicknesses in order to relate the influence that the thickness of the permeable concrete has in relation to the permeability coefficient, so it can serve as an aid to the application possibilities of this permeable paving solution. It was observed that the 6 cm plate obtained the best permeability coefficient result with a value of 9.80 mm/s, considering that the minimum required by the standard is 1 mm/s.
Keywords: Permeable concrete; Permeability coefficient; Pre-molded.

1. Introdução

Desde os primórdios a civilização humana buscou soluções para adequar o ambiente em que vive com o intuito de satisfazer os seus desejos de conforto e de facilidade de sobrevivência, destarte com o desenvolvimento tecnológico foi-se percebendo a necessidade de pavimentação das vias de translado de pessoas tanto para laser como para manutenção da economia em relação ao transporte de mercadorias e demais itens que tinham necessidade de deslocamento (BATEZINI, 2013).

Isso foi levantado devido a criação de veículos que passaram a necessitar do modal rodoviário de transporte, modal ao qual evoluiu cada vez mais a ponto de se tornar o modal de transporte principal no Brasil. Em virtude dessa necessidade e da urbanização ouve um grande aumento na taxa de vias pavimentadas no mundo todo. A pavimentação, como o asfalto e o concreto, cria superfícies impermeáveis que não permitem que a água seja absorvida pelo solo. Isso pode ter vários impactos nas características naturais do ciclo hidrológico e na eficiência dos sistemas de drenagem (BATEZINI, 2013).

O concreto permeável é uma inovação significativa na indústria da construção, projetada para enfrentar desafios relacionados ao escoamento da água em áreas urbanas e suburbanas. Diferentemente do concreto convencional, que é geralmente impermeável e pode resultar em acúmulo de água e sobrecarga dos sistemas de drenagem, o concreto permeável é projetado para permitir a passagem da água através dele. Isso faz com que seja uma solução eficaz para questões de drenagem urbana, enchentes e poluição hídrica (BATEZINI, 2013).

A composição do concreto permeável é diferente daquela do concreto tradicional. O mesmo possui sua composição definida por uma aglomeração de agregados, cimento e água, com uma proporção cuidadosamente calculada para criar vazios entre os agregados. Esses vazios permitem que a água passe pelo material e seja gradualmente absorvida pelo solo abaixo (COLLINS; HUNT; HATHAWAY, 2006).

Em algumas formulações, também é possível adicionar aditivos ou fibras para aumentar a resistência e durabilidade do material. As aplicações do concreto permeável são variadas. Ele pode ser utilizado em calçadas, estacionamentos, estradas, pátios e até mesmo em áreas maiores, como praças e parques. Além de sua capacidade de gerenciar o escoamento da água, o concreto permeável também oferece benefícios ambientais. Ao possibilitar a percolação da água no solo, ele ajuda a recarregar aquíferos subterrâneos e a evitar o esgotamento dos recursos hídricos (KAJIO et al., 1998).

Entretanto, é importante destacar que o concreto permeável não é uma solução absoluta para todas as ocasiões. Sua porosidade pode levar a uma redução na resistência mecânica da peça quando em relação ao concreto convencional, o que pode limitar suas aplicações em áreas de tráfego intenso, como rodovias de alta velocidade. Além disso, a manutenção adequada é essencial para garantir a

ISSN 2178-6925

funcionalidade contínua do concreto permeável ao longo do tempo (MARIANO 2014).

Em resumo, o concreto permeável é uma alternativa inovadora e sustentável ao concreto convencional, que aborda questões de drenagem urbana, enchentes e poluição hídrica. Sua capacidade de permitir a infiltração da água no solo o torna uma escolha valiosa em projetos de construção e desenvolvimento urbano que visam uma gestão mais eficaz dos recursos hídricos e um ambiente mais sustentável (DA SILVA, 2019).

Em decorrência das inúmeras ocasiões em que as civilizações urbanas vivem de casos de alagamento de vias públicas em função dos problemas de drenagem e motivados também pela baixa permeabilidade do solo, situação que se vive na cidade de Guaraí – TO, local de elaboração deste trabalho, percebe-se que a utilização do concreto permeável, pode conforme estudos de caso ser uma boa solução para quando a taxa de permeabilidade do pavimento afeta diretamente no escoamento de águas pluviais. Conhecendo essa possibilidade de aplicação surgiu o questionamento se a espessura influencia o coeficiente de permeabilidade de placas pré-moldadas de concretos permeáveis.

Destarte, o presente trabalho tem como objetivo tratar sobre esta solução de engenharia frente aos problemas de permeabilidade das superfícies urbanas. Desta forma tem-se como objetivo correlacionar a influência da espessura no coeficiente de permeabilidade de placas pré-moldadas de concretos permeáveis.

Uma vez que assim como todas a técnicas e tecnologias da engenharia civil, o concreto permeável necessita de um dimensionamento em relação as suas características e geometria, com base nisso o estudo visa estabelecer uma relação entre a espessura da peça e a taxa de permeabilidade do mesmo.

2. Revisão da literatura

2.1 Concreto permeável

Os pavimentos permeáveis possuem sua estrutura formada por camadas com alto teor de porosidade para que possibilitem a infiltração das águas que escorrem na superfície para o interior da estrutura e posteriormente ser infiltrado pelo solo (URBONAS E STAHRE, 1993).

Basicamente, o concreto permeável é um método de pavimento composto por concreto estrutural, porém detém de um teor de vazios maior entre os seus componentes (15 a 35%) se comparado com um concreto estrutural convencional. Assim como o concreto tradicional, o concreto permeável é composto de uma mistura de água, agregados miúdos e graúdo e cimento, porém contendo uma quantidade de agregado miúdo bem reduzida ou até mesmo inexistente, no qual se obtém uma estrutura porosa afim de fazer com que a água passe pela estrutura sem empecilhos (HÖLTZ, 2011).

A aplicação do concreto permeável em pavimentações representa uma de suas principais aplicações, isso se justifica devido a sua contribuição ambiental, devido sua permeabilidade auxiliando no escoamento de águas pluviais e fazendo com que o clico hidrológico da água seja menos afetado (PIERALISI; CAVALARO; AGUADO, 2017).

Ultimamente o uso desse tipo de pavimento tem aumentado, principalmente para estradas de menor fluxo de veículos e de menor carga, sendo implementado

ISSN 2178-6925

até em estacionamentos, calçadas e passarelas de mobilidade urbana (NGUYEN et al., 2014, *apud* YANG; JIANG, 2003).

Na atual situação do Brasil acerca dos estudos desenvolvidos sobre o campo de utilização do concreto permeável percebe-se que pouco se sabe sobre este método de pavimento, porém de acordo com as possíveis vantagens ambientais e econômicas sobre este material torna-se importante a realização de trabalhos e pesquisas que tenham como tema este tipo de solução. Essa importância é justificada devido a aptidão que este material tem de reduzir a demanda de sistemas de drenagem e de águas pluviais, diminuindo também os custos financeiros acarretados pelas obras de drenagem tendo em vista a redução da impermeabilização do pavimento, e em consonância a diminuição de alagamento e enchentes originados por ineficácia ou saturação dos sistemas de drenagem (BATEZINI, 2009).

2.1.1 Dosagem do concreto permeável

O concreto permeável por se tratar de características finais diferentes do concreto convencional possui um método de dosagem diferente do mesmo, caracterizando-se por utilizar cimento Portland, agregado graúdo e uma quantidade bem menor de agregado graúdo se comparado ao concreto convencional, pois isto que faz com que o concreto permeável forme vazios propositais para que favoreça a permeabilidade em função da alta porosidade, tal característica pode ser alterada a depender do traço adotado para cada fim específico e também dos materiais utilizados (CURVO, 2017; TENNIS; LEMING; AKERS, 2004).

2.2 Coeficiente de permeabilidade

O coeficiente de permeabilidade pode ser definido como a velocidade de percolação do fluido (em sua grande maioria a água) pelo meio ao qual se analisa, executando assim uma relação entre a quantidade infiltrada pelo elemento e a velocidade que o mesmo levou para a percolação total (SERRAGLIA JUNIOR; BATTAGIN, 2014).

O dimensionamento dos elementos utilizados em um sistema de drenagem urbana está sujeito ao coeficiente de permeabilidade, pois o diâmetro de suas peças são inversamente proporcionais ao coeficiente de permeabilidade do pavimento (BARBASSA et al).

O valor do coeficiente de permeabilidade de um determinado material ou produto geralmente é expresso por meio de um produto por uma potência negativa de 10 (CAPUTO, 1988).

Com isso, tem-se que o coeficiente de permeabilidade “K” é diretamente proporcionais em relação ao índice de porosidade existente no objeto analisado, quanto menos poroso o material (vazios) menor será sua capacidade de absorção de fluidos (PINTO, 2000).

2.3 Placas de concreto permeável

Quando comparado com outros métodos de pavimento foi observado que dentre eles a placa de concreto permeável foi a que apresentou um maior coeficiente de permeabilidade, drenando com maior rapidez o volume precipitado. Comparando a reação da vazão drenante nos diferentes pavimentos foi notado que o concreto permeável possui menor tempo de início de escoamento e escoamento residual,

ISSN 2178-6925

destarte em situação de chuvas o mesmo possui um tempo de resposta melhor ao escoamento solicitado em função das águas pluviais, fazendo com que a maior parte da precipitação seja infiltrado e não ocorra o acúmulo deste volume precipitado na superfície do pavimento (EVARISTO et al, 2017).

3. Metodologia

Os ensaios necessários para a obtenção dos resultados pretendidos foram realizados no laboratório de materiais do Instituto Educacional Santa Catarina – Faculdade Guaraí (IESC- FAG).

Tendo como base o objetivo final da pesquisa, foi definida duas partes procedimentais para a execução: a primeira consiste na preparação do concreto permeável nos diferentes corpos de prova que serão pretendidos, com as seguintes dimensões:

- 0,35 x 0,35 x 0,12 m – 3 placas
- 0,35 x 0,35 x 0,10 m – 3 placas
- 0,35 x 0,35 x 0,08 m – 3 placas
- 0,35 x 0,35 x 0,06 m – 3 placas

A segunda baseia-se em ensaiar os corpos de prova afim de relacionar o coeficiente de permeabilidade de cada um, em relação a diferença de espessura das placas.

O ensaio para determinação do coeficiente de permeabilidade foi regido pela NBR 16416/2015 ao qual descreve os procedimentos para concretos permeáveis.

Para que seja elaborado o concreto permeável é preciso primeiramente determinar as características dos materiais a serem utilizados na confecção das peças de concreto permeável de acordo com os disponíveis na região e o método de dosagem a ser trabalhado (Nguyen et al. 2014).

3.1 Caracterização dos materiais

3.1.1 Agregado graúdo

Para a fabricação do concreto permeável foi usado brita comercial n° 0, devido a facilidade de acesso no mercado e devido a característica de agregados de menor diâmetro favorecerem a resistência da peça (TORRES et al., 2015).

Os agregados passarão por um processo de limpeza e secagem antes de serem utilizados na confecção das placas. E também serão obtidos dados de massa específica, massa específica aparente e absorção de água de acordo com o que rege a NBR NM 53 (ABNT, 2009c), a granulometria conforme a NBR NM 248 (ABNT, 2003) e a massa unitária compactada e teor de vazios de acordo com a NBR NM 45 (ABNT,2006).

De acordo com os ensaios foi possível observar que os agregados observados estão dentro dos limites estabelecidos pela norma regente demonstrando o seu (DMC) de 12,5 mm.

Tabela 1 - Caracterização dos agregados graúdos

Ensaio	Resultado
Absorção de água (%)	0,59
Massa específica aparente (g/cm³)	2,81
Massa específica do agregado em condição saturado superfície seca (g/cm³)	2,83

ISSN 2178-6925

Massa específica do agregado seco (g/cm³)	2,86
Massa unitária compactada (kg/m³)	2097
Massa unitária em condição saturado superfície seca (kg/cm³)	2109

Fonte: Autor (2024)

3.1.2 Agregado miúdo

Foi utilizado no preparo das placas de concreto permeável areia grossa, uma vez que a adição deste agregado confere uma maior resistência à peça confeccionada e com o método de dimensionamento é possível adicionar sem afetar a sua porosidade. Foram realizados os ensaios de granulometria de acordo com a NBR NM 248 (ABNT, 2003), massa especifica conforme a norma NBR NM 52 (ABNT, 2009b), e absorção de água, de acordo com a norma NBR NM 30 (ABNT, 2001).

Após a realização dos ensaios necessários foi obtida a informação da composição granulométrica do agregado analisado e analisado que os requisitos de limite preconizados pela norma pela norma apresentando (DMC) de 4,75 mm e módulo de finura 3,08.

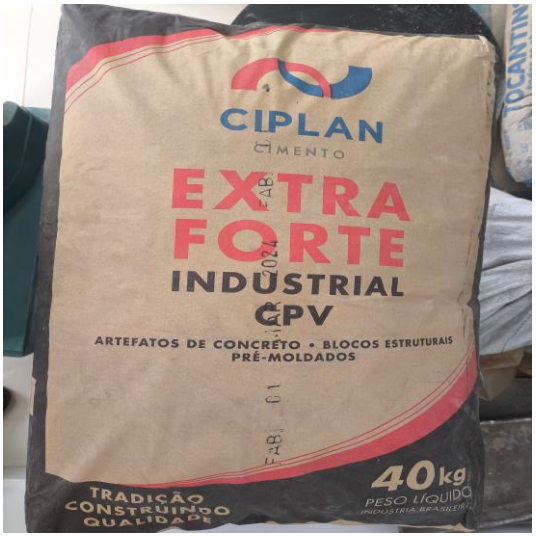
Tabela 2 - Caracterização dos agregados miúdos

Ensaio	Resultado
Absorção de água (%)	3,87
Massa específica do agregado seco (g/cm³)	2,56

Fonte: Autor (2024)

3.1.3 Aglomerante

O aglomerante utilizado para a confecção do concreto permeável foi o CP V-Ciplan – Cimento extraforte, que tem por característica alcançar uma alta resistência em um período reduzido de tempo se comparado ao cimento convencional, o que possibilita que os corpos de prova sejam desenformados com menor prazo por ter seu tempo de cura mais veloz e assim dando forma às placas de concreto permeável.



Fonte: Autor (2024)

3.2 Dosagem e elaboração do traço: Método de Nguyen ET AL (2014)

Tendo os dados de caracterização dos materiais que foram utilizados foi possível elaborar os cálculos de traço para confecção dos corpos de prova,

ISSN 2178-6925

ressaltando que os mesmos tem por objetivo quantificar os materiais para que seja produzida uma pasta que seja capaz de envolver todos os agregados de maneira que haja excesso e nem déficit da pasta de cimento.

Com base no método de dimensionamento colocado primeiramente é preciso apontar qual o teor de vazios que é almejado como critério inicial, no qual foi adotado 20%.

Com os dados característicos dos materiais utilizados é adotado um traço de concreto prévio, e a partir foi executado um teste de drenagem da pasta de concreto conforme preconizado pelo método de dimensionamento, com o intuito de validar o quantitativo ideal para a completa envoltura dos agregados, o que é estabelecido pela relação água cimento utilizada no traço.

Para que fosse possível a análise de drenagem foi necessário realizar alguns procedimentos prévios:

- Deposição de agregado graúdo em recipiente apto para mistura;
- Saturação do agregado e secagem da superfície;
- Inserção de agregado miúdo até a uniformização;
- Adição de cimento Portland de maneira gradativa até que se torne uma mistura homogênea;
- Acréscimo de água e mesclar durante 5 minutos;
- Evacuação do concreto na peneira com fundo;
- Vibração em mesa vibratória por 15 segundos.

Tem-se como parâmetro uma relação água/cimento considerada ótima aquela que possuir o menor valor que em paralelo não se verifique resquícios de pasta no fundo da peneira, desta forma provando se há ou não excesso ou déficit de pasta de cimento.

Tabela 3 – Relação água/cimento ótima

A/C	PASSANTE NA PENEIRA
0,30	Não passante
0,31	Não passante
0,32	Não passante
0,33	Não passante
0,34	Passante

Fonte: Autor (2024)

Para os materiais utilizados a relação a/c ótima foi 0,33, possibilitando com esse parâmetro, o cálculo de consumos dos materiais de acordo com o método de dosagem.

ISSN 2178-6925

Tabela 4 - Consumo de material

(kg.m³)					
Traço	**Cimento**	**Água**	**Brita**	**Areia**	**A/C**
Vazios (20%)	344	114	1522	106	0,33

Fonte: Autor (2024)

3.2.1 Concretagem

De posse de todos os itens precedentes foram iniciados os procedimentos de concretagem, sendo iniciado pela adição dos elementos constituintes do traço no misturador utilizado. Em seguida realizado o lançamento do concreto nas suas respectivas formas de destino e encaminhados para a mesa vibratória para que haja o adensamento e compactação ao corpo de prova, ao qual todos passaram pelo dispositivo por um mesmo tempo padronizado de 10 segundos, com todos os passos finalizados foram dispostas todas as amostras para que o procedimento de cura fosse respeitado e garantido na sua total integridade, sendo colocados em cura submersa.



Fonte: Autor (2024)

Após o tempo de cura de (28 dias), para que todas as propriedades do concreto fossem atingidas garantindo o seu desempenho, realizou-se o ensaio de coeficiente de permeabilidade conforme a NBR 16416 (ABNT, 2015).

3.3 Ensaio de coeficiente de permeabilidade

Para que fosse realizado a determinação de qual o coeficiente de permeabilidade foi atingido pelos corpos de prova, utilizou-se como embasamento a norma NBR 16416 (ABNT, 2015), no qual estabelece que para que um pavimento seja considerado permeável deve atingir um coeficiente mínimo de 1 mm.s $^{-1}$.

O ensaio de coeficiente de permeabilidade foi procedido nas placas de concreto permeável com as dimensões de:

- 0,35 x 0,35 x 0,12 m – 3 placas
- 0,35 x 0,35 x 0,10 m – 3 placas

ISSN 2178-6925

- 0,35 x 0,35 x 0,08 m – 3 placas
- 0,35 x 0,35 x 0,06 m – 3 placas

Com a utilização de um anel com 30 cm de diâmetro e altura 10 cm, sendo feita marcações com alturas de 1 cm e 1,5 cm respectivamente em relação ao contato com a superfície do concreto para a lâmina d`água no lançamento do fluido seja mantido entre essas marcações. Para que não ocorram vazamentos para fora do anel foi utilizado massa de calafetar entre o anel e a superfície do concreto e para a aferição do tempo foi adotado um cronômetro com resolução de 0,1 s.



Fonte: Autor (2024)

Para obtenção dos dados foram realizadas 3 aferições em cada placa, todas utilizando o mesmo volume de água padronizado (18 l), totalizando 36 aferições, considerando que foram analisadas 4 espessuras diferentes e 3 placas de cada espessura, para que fosse realizada a média dos resultados e assim estabelecer qual o coeficiente de permeabilidade foi atingido por cada espessura de placa.



Fonte: Autor (2024)

3.4 Tratamento dos dados

ISSN 2178-6925

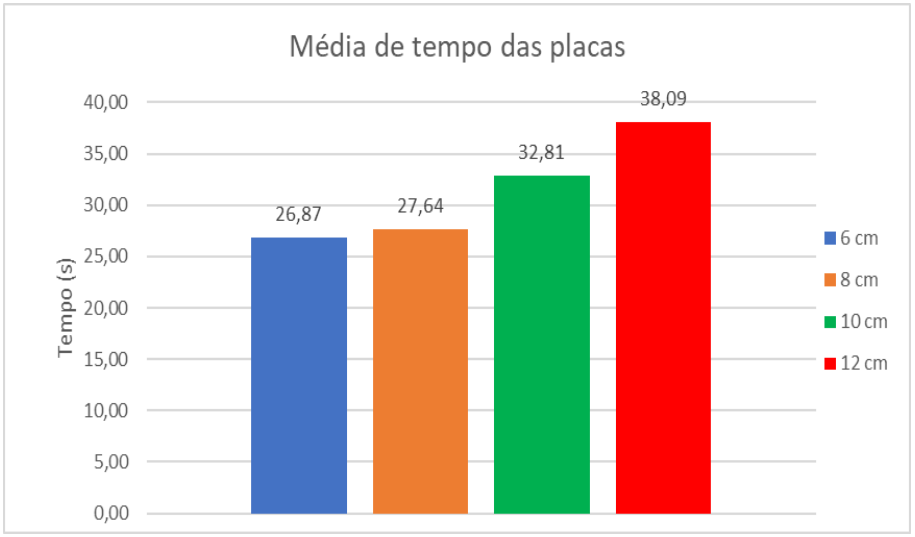
Como tratamento dos dados obtidos foi realizado a média ponderada das três aferições para cada placa para posteriormente ser feita a média dos coeficientes de permeabilidade para cada espessura para garantir a representatividade dos resultados.

4. Resultados e Discussão

Em trabalho realizado por Sousa Júnior (2020), também foi possível perceber que em seus ensaios, o teor de compactação dos corpos de prova ocasionou em uma redução do coeficiente de permeabilidade das peças, desta vez em função da redução do teor de vazios das peças.

A seguir será explicitado os resultados do coeficiente de permeabilidade das placas de concreto permeável em função da espessura das placas. Tendo como parâmetro de comparação a NBR 16416 (ABNT, 2015) que deixa explicito o parâmetro mínimo para um pavimento permeável.

Foi obtido como resultado a média da permeabilidade e do tempo para a total percolação do fluido pela placa de cada espessura ensaiada, sendo eles:



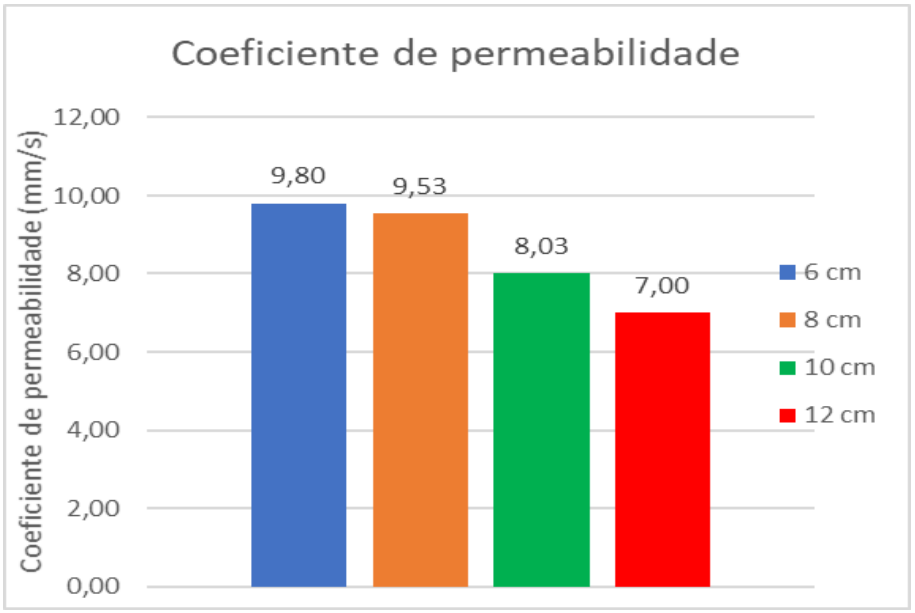
Observando a imagem acima foi possível perceber o comportamento de cada espessura de placa em relação ao tempo de percolação do fluido pela peça, mostrando assim o tempo de percolação ser inversamente proporcional à espessura dos elementos ensaiados.

Tempo de percolação / Espessura da placa

Apresentando os seguintes valores:

- Placa de 6 cm: Tempo médio de 26,87 segundos;
- Placa de 8 cm: Tempo médio de 27,64 segundos;
- Placa de 10 cm: Tempo médio 32,81 segundos;
- Placa de 12 cm: Tempo de 38,09 segundos.

ISSN 2178-6925



Analisando o gráfico acima foi extraído o coeficiente de permeabilidade das placas ensaiadas.

Tabela 5 - Coeficiente de permeabilidade

Espessura	Média coeficiente de permeabilidade (mm/s)
6 cm	9,80
8 cm	9,53
10 cm	8,03
12 cm	7,00

Fonte: Autor (2024)

Destarte foi possível observar que conforme a espessura das placas ensaiadas aumentaram a sua permeabilidade diminuiu, tornando assim a espessura inversamente proporcional à permeabilidade.

A placa de 6 cm de espessura apresentou uma média de coeficiente de permeabilidade de 9,80 mm/s, as demais, de 8 cm, 10 cm e 12 cm atingiram 9,53 mm/s, 8,03 mm/s e 7,00 mm/s respectivamente.

Contudo, todos os corpos de prova foram submetidos as mesmas situações e concretados utilizando os mesmos materiais e o mesmo traço de concreto, entende-se que o teor de porosidade das peças seria igual, ou seja, não apresentariam diferenças expressivas de permeabilidade pois a quantidade de vazios na peça é igual, não afetando a passagem do fluido pelo elemento.

Com base nisso, percebe-se que o comportamento demonstrado pode ter ocorrido em função do tempo de vibração na mesa vibratória, pois o tempo ao qual foi exposto ocasionou uma sedimentação da pasta de concreto para o fundo da placa, dessa forma impedindo a passagem do fluido em sua extremidade inferior. Com isso para placas de maiores espessuras deve-se utilizar um menor submetimento da peça ao tempo de vibração, para que evite essa deposição da pasta de concreto e que otimize a capacidade de permeabilidade da peça.

Como citado anteriormente conforme a espessura da placa foi aumentando, pode ser que o tempo de vibração tenha causado a deposição da pasta de concreto

ISSN 2178-6925

no fundo ocasionando a impermeabilização da peça, com isso a placa com 6 cm de espessura com o tempo de 10 segundos em mesa vibratória foi a que apresentou o maior coeficiente de permeabilidade, ressaltando que a NBR 16416 (ABNT, 2015) estabelece um coeficiente de permeabilidade mínimo de 1 mm/s para o revestimento ser considerado permeável.

5. Conclusão

Analisando o objetivo do estudo, a placa que apresentou um melhor desempenho em relação ao coeficiente de permeabilidade foi a placa de 6 cm com o valor de 9,80 mm/s sendo assim superior neste quesito em relação as demais espessuras.

De acordo com a norma NBR 16416 (ABNT, 2015) o mínimo coeficiente de permeabilidade para que o revestimento seja considerado permeável é 1 mm/s, o que respalda e infere todos as espessuras ensaiadas como pavimentos permeáveis desde a placa com maior coeficiente, com 9,80 mm/s (6 cm de espessura) até a de menor coeficiente 7,00 mm/s (12 cm de espessura).

Sugere-se como trabalhos futuros a execução de um experimento que relacione o tempo de vibração na mesa vibratória com a espessura das placas, para que não ocorra esse problema de deposição da pasta de concreto no fundo das peças.

Referências

HÖLTZ, Fabiano da Costa. Uso de concreto permeável na drenagem urbana: análise da viabilidade técnica e do impacto ambiental. 2011.

LAMB, Gisele Santoro. Desenvolvimento e análise do desempenho de elementos de drenagem fabricados em concreto permeável. 2014.

BATEZINI, Rafael. **Estudo preliminar de concretos permeáveis como revestimento de pavimentos para áreas de veículos leves**. 2013. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

SCHWETZ, P. F. et al. Concreto permeável: otimização do traço para pavimentação de fluxo leve. In: **International Conference on Best Practices for Concrete Pavements**. 2015. p. 1-11.

BALBO, José Tadeu. **Pavimentos de concreto permeáveis: uma visão ambiental da tecnologia sustentável emergente**. Oficina de Textos, 2020.

PIERALISI, Ricardo et al. Contribuição para o desenvolvimento de uma metodologia de dosagem para concreto permeável baseada no desempenho. **Journal of Urban Technology and Sustainability**, v. 3, n. 1, p. 18-27, 2020.

SILVA, Rodrigo Garozi da. Estudo de concreto permeável como pavimento. 2019.

IDALGO, Alisson Nemuel et al. Determinação do coeficiente de permeabilidade de elementos drenantes de concreto. **Revista Eletrônica Organizações e Sociedade**, v. 7, n. 8, p. 4-13, 2018.

SERRAGLIA JUNIOR, C. G.; BATTAGIN, A. F. **Relatório de Ensaio nº 92750**. São Paulo: Associação Brasileira de Cimento Portland, 2014. Disponível em: <http://www.oterprem.com.br/site/imagens/laudo_juntas_alargadas.pdf>. Acesso em: 01 set. 2023.

BARBASSA, Ademir Paceli et al. COEFICIENTE DE PERMEABILIDADE EM ENSAIO DE POÇO.

CAPUTO, Homero Pinto. Mecânica dos Solos e suas aplicações. Vol.1. 6°ed. Rio de Janeiro, RJ: Livros Técnicos e Científicos S.A., 1988.

PINTO, Carlos de Souza. Curso Básico de Mecânica dos Solos em 16 Aulas. São Paulo, SP: Oficina de Textos, 2000.

ISSN 2178-6925

URBONAS, B; STAHRE, P. Stormwater Best Management Practices and detention. Prentice Hall, Englewood Cliffs. New Jersey: 450 p, 1993.

EVARISTO, FERNANDO ALEXSANDER FERREIRA et al. AVALIAÇÃO DA PERMEABILIDADE DE PAVIMENTOS COM REVESTIMENTO DE CONCRETO PERMEÁVEL. In: **Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia, Belém-Brasil**. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16416:** pavimentos permeáveis de concreto: requisitos e procedimentos. Rio deJaneiro, 25 p., 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 5738**: Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova. Rio de Janeiro: 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 248:** Agregados – Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro,2003.li

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 52:** Agregado miúdo – Determinação da massa específica e massa específica aparente. Riode Janeiro, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 45:** Agregados – Determinação da massa unitária e do volume de vazios. Rio deJaneiro, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 53:** Agregado graúdo – Determinação da massa específica, massa específica aparente eabsorção de água. Rio de Janeiro, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 30:** Agregado miúdo – Determinação da absorção de água. Rio de Janeiro, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7211:** Agregados para concreto – Especificação. Rio de Janeiro, 2009.

ACIOLI, L. A. **Estudo experimental de pavimentos permeáveis para o controle do escoamento superficial na fonte**. 2005. Dissertação (Programa de Pós-graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

BATEZINI, R. Estudo preliminar de concretos permeáveis como revestimento de pavimentos para áreas de veículos leves. 2013. Dissertação - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Transportes, São Paulo, 133 p., 2013. Disponível em: <www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3138/tde-19072013-155819/pt-br.php>. Acesso em: 17 abr. 2024.

CARLS, B. **Coeficiente de permeabilidade e resistência mecânica de concreto permeável dosado por três diferentes métodos**. 2018. Dissertação (Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental) - Fundação Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 118 p., 2018.