

APLICAÇÃO DE REVESTIMENTO PERMEÁVEL A FIM DE DIMINUIR AS OBSTRUÇÕES NA COBERTURA DE ELEMENTOS DRENANTE

Data de aceite: 26/08/2024

Alvimar Malta

Professor Mestre do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Newton Paiva

Rayane Amorim

Graduando do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Newton Paiva

Rafael Bicalho

Graduando do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Newton Paiva

Thiago Serino

Graduando do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Newton Paiva

Pedro Henrique Rodrigues Silva

Graduando do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Newton Paiva

Flávia Trindade

Graduando do curso de Engenharia Química do Centro Universitário Newton Paiva

RESUMO: A aplicação de revestimento permeável é uma estratégia eficaz para diminuir as obstruções na cobertura de elementos drenantes, tais como as tampas de boca de lobo. As bocas de lobo, componentes dos sistemas de drenagem urbana, desempenham um

papel fundamental na gestão adequada das águas pluviais, auxiliando na redução de eventos de inundações e facilitando a condução das referidas águas aos corpos hídricos receptores. Durante sua vida útil, essas tampas de bocas de lobo podem ter sua eficiência comprometida devido à obstrução em função do acúmulo de resíduos sólidos eventualmente carreados ao sistema. Foi confeccionada uma placa em concreto permeável, conforme ABNT NBR 16416:2015 com a adição de fibras de vidro, e confeccionados corpos de prova cilíndricos (10 cm x 20 cm), com as mesmas adições, e posteriormente ensaiados à compressão conforme (ABNT NBR 5739:2018). Foi realizado ensaio de permeabilidade (ABNT NBR 16416:2015) na placa, de modo a se aferir a sua capacidade drenante. Os resultados de resistência a compressão não alcançaram o valor de 22,0 MPa previsto conforme DNIT (2004) em nenhum dos 3 cenários ensaiados, todavia, vale ressaltar que os cenários 2 e 3 apresentaram um acréscimo de resistência quando comparados ao cenário de referência. Já o cenário 1, mesmo com a adição da fibra de vidro, não apresentou acréscimo de resistência em relação ao cenário de referência. No tocante

à capacidade drenante da placa, observou-se que ela apresentou níveis de permeabilidade da ordem de 8,73 % da capacidade drenante de uma tampa de boca de lobo convencional. Conclui-se que a utilização do concreto permeável demandaria o aumento da área da tampa da boca de lobo para que a permeabilidade seja compatível com a proporcionada pela tampa de lobo convencional.

PALAVRAS-CHAVE: Drenagem; Revestimento; Permeabilidade.

APPLICATION OF PERMEABLE COATING IN ORDER TO REDUCE OBSTRUCTIOS IN DRAINAGE ELEMENTS

ABSTRACT: The application of permeable coating is an effective strategy to reduce obstructions in the coverage of draining elements, such as manhole covers. drain, components of urban drainage systems, play a key role in the proper management of stormwater, helping to reduce flooding events and facilitating the conduct of said Waters to receiving water bodies. During their useful life, these wolf mouth covers may have their efficiency compromised due to obstruction due to the accumulation of solid waste eventually carried to the system. A permeable concrete plate was made, according to ABNT NBR 16416:2015 with the addition of glass fibers, and cylindrical specimens (10 cm x 20 cm) were made, with the same additions, and later compression tested according to (ABNT NBR 5739: 2018). Permeability test (ABNT NBR 16416:2015) was performed on the plate, in order to assess its draining capacity. The compressive strength results did not reach the value of 22.0 MPa predicted according to DNIT (2004) in any of the 3 scenarios tested, however, it is worth noting that scenarios 2 and 3 showed an increase in strength when compared to the reference scenario. Scenario 1, even with the addition of fiberglass, showed no increase in strength compared to the reference scenario. Regarding the draining capacity of the plate, it was observed that it presented permeability levels of the order of 8.73% of the draining capacity of a conventional manhole cover. It is concluded that the use of permeable concrete would require an increase in the area of the manhole cover so that the permeability is compatible with that provided by the conventional manhole cover.

KEYWORDS: Dreainage; Coating; Permeability.

INTRODUÇÃO

Nas sociedades contemporâneas, os desafios associados à drenagem urbana estão cada dia maiores. Nesse contexto, sente-se a necessidade de buscar soluções que mitiguem os problemas oriundos de obstrução dos dispositivos drenantes que, por consequência, poderiam diminuir a ocorrência de alagamentos nos grandes centros (TUCCI, 2003).

Tratar essa situação adversa impacta diretamente na qualidade de vida e no bem-estar da população, por isso este artigo busca analisar novas soluções construtivas acerca das tampas de boca de lobo, a fim de utilizá-las nos elementos drenantes já existentes e manter, se possível, a mesma eficiência drenante destes, mas sem permitir que haja carreamento de material particulado indesejado para o sistema de drenagem de águas pluviais urbanas, porque todos os materiais indesejados serão retidos no próprio revestimento (TUCCI, 2003).

Ademais, o ordenamento jurídico brasileiro, através da Lei 11.445/2007, instituiu as diretrizes que devem ser seguidas na esfera nacional acerca do saneamento básico. Tal instrumento subdivide o saneamento básico em quatro grandes pilares: abastecimento de água potável; esgotamento sanitário; limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas. O tema deste artigo, portanto, encontra-se associado ao saneamento básico através da drenagem e manejo das águas pluviais urbanas.

Entende-se que esta pesquisa contribui, sobremaneira, com a diminuição da incidência dos entupimentos das bocas de lobo, não permitindo a entrada de particulados grosseiros. Além disso, acredita-se que a solução proposta possa contribuir para a potencialização da capacidade dos sistemas de drenagem urbana, e dos corpos receptores das águas pluviais. Outrossim, com esse estudo, busca-se otimizar os dispositivos já existentes quanto a eficiência da drenagem nas vias públicas (TUCCI, 2003).

Objetiva-se, assim, desenvolver um concreto permeável, confeccionado com fibra de vidro, que auxiliará no impedimento de obstruções com pouco ou nenhum comprometimento da eficiência da drenagem das vias públicas urbana, em situações de elevado volume de água. Através da realização de ensaios laboratoriais relativos à drenagem e à resistência mecânica, pretende-se elaborar o referido material de modo a aprimorar o desempenho tecnológico das tampas de lobo nas vias públicas urbanas.

Considerando-se esses aspectos, o presente trabalho tem como objetivo geral propor a substituição do atual modelo de tampa de boca de lobo por um revestimento que seja permeável e impeça a passagem de sólidos. Os objetivos específicos são verificar quais materiais podem compor um revestimento poroso, bem como realizar ensaios de permeabilidade e resistência à compressão, nos revestimentos escolhidos e, portanto, analisar os possíveis modelos para substituir as tampas atuais. Nesse sentido, pretende-se comprovar a viabilidade do uso do concreto permeável com fibra de vidro no revestimento das bocas de lobo atualmente utilizadas.

Drenagem urbana no Brasil

Os serviços de drenagem e manejo das águas pluviais nas áreas urbanas brasileiras já se encontram respaldados em legislação. Esses mecanismos legais buscam viabilizar o acesso a essa e às outras vertentes que integram os objetivos do saneamento básico. Nesse sentido, através de intervenções de engenharia – que vão desde o aperfeiçoamento da infraestrutura drenante, até a destinação final dessas águas - o artigo 2º, inciso IV, da Lei nº 11.445/2007 determina que haja:

“IV - Disponibilidade, nas áreas urbanas, de serviços de drenagem e manejo das águas pluviais, tratamento, limpeza e fiscalização preventiva das redes, adequados à saúde pública, à proteção do meio ambiente e à segurança da vida e do patrimônio público e privado;” (BRASIL, LEI 14.026/2020).

Reitera-se, as diretrizes nacionais acerca do saneamento básico se subdividem em quatro grandes áreas: abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e, por fim, drenagem e manejo das águas pluviais (BRASIL, LEI 14.026/2020).

As atividades que envolvem, inicialmente, a captação, passando pelas instalações prediais e que culminam no fornecimento de água são aquelas oriundas do abastecimento de água potável. Já o esgotamento sanitário, perpassa pelas operações de coleta, transporte, tratamento e disposição final dos efluentes dos usuários (BRASIL, LEI 14.026/2020).

Nessa perspectiva, há, também, o viés voltado aos resíduos sólidos, bem como a limpeza urbana, que se distingue das demais vertentes do saneamento básico por envolver, por exemplo, a varrição manual ou mecânica dos espaços públicos, além de conservá-los através da higienização dos ambientes comunitários (BRASIL, LEI 14.026/2020).

Em se tratando do tema deste artigo, a drenagem e manejo das águas pluviais está associada aos aspectos - conforme determina a (BRASIL, LEI 14.026/2020, p.7) – “(...) de drenagem de águas pluviais, transporte, detenção ou retenção para amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas contempladas a limpeza e a fiscalização preventiva das redes”.

Os avanços na infraestrutura de diversos países não acompanharam a evolução populacional desordenada ocorrida em meados do século passado, sobretudo nos menos desenvolvidos. Como consequência da falta de planejamento, as cidades se estabeleceram às margens de rios e se expandiram ao redor deles sem uma legislação definida. Essa situação, associada à impermeabilização de áreas, outrora permeáveis, permanece contribuindo para eventos de enchentes e inundações, sendo que tais ocorrências tomam grandes proporções, principalmente em locais densamente habitados. Isso se deve à ineficiência dos mecanismos de drenagem urbana existentes e ao ambiente impermeabilizado, de modo que, após uma volumosa precipitação, a água não consegue se infiltrar e, por fim, ocorre o escoamento superficial (TUCCI, 2003).

Dispositivos de drenagem atuais

Segundo o DNIT (2006), existem as seguintes formas de drenar as águas pluviais das pistas de rolamento: a drenagem de transposição de talvegues, a drenagem superficial, a drenagem de pavimento, a drenagem subterrânea ou profunda e a drenagem de travessia urbana.

É no contexto da drenagem de travessia urbana que a boca de lobo – elemento central deste trabalho - bem como a sarjeta, poço de visita, galerias e estruturas especiais são implementados. Nessa perspectiva, conforme DNIT (2006), as bocas de lobos podem ser classificadas em simples (Figuras 1 e 2), com grelhas (Figuras 3 e 4) ou uma combinação de ambas (Figuras 5 e 6).

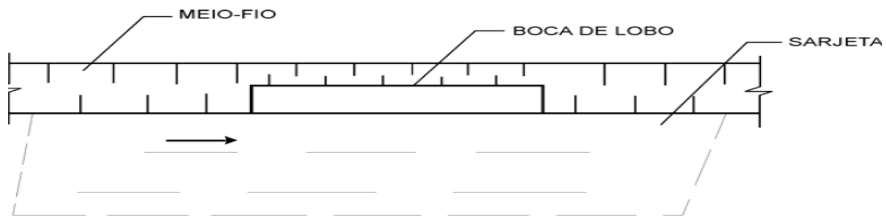


Figura 1 – Modelo de Boca de lobo simples

Fonte: DNIT, 2006.



Figura 2 –Boca de lobo simples

Fonte: Portal Itu, 2016.

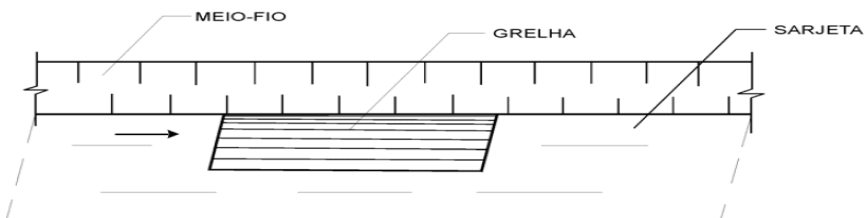


Figura 3 – Modelo de Boca de lobo com grelha

Fonte: DNIT, 2006.



Figura 4 - Boca de lobo com grelha

Fonte: Ebanataw, 2021.

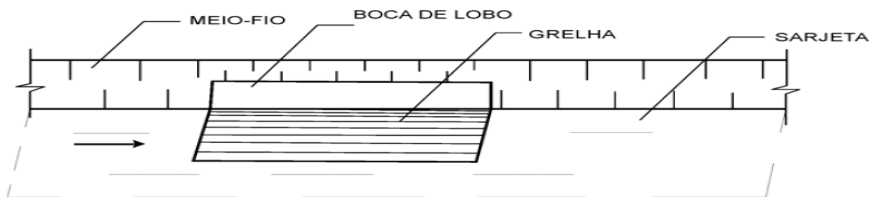


Figura 5 – Modelo de Boca de lobo combinada

Fonte: DNIT, 2006.



Figura 6 - Boca de lobo combinada

Fonte: Concrealfa, 2017.

Características das bocas de lobo

Segundo DNIT (2004, p. 2) as bocas de lobos são conceituadas da seguinte maneira:

“Dispositivos de captação, localizados junto aos bordos dos acostamentos ou meios-fios da malha viária urbana que, através de ramais, transferem os deflúvios para as galerias ou outros coletores. Por se situarem em área urbana, por razões de segurança, são capeados por grelhas metálicas ou de concreto”.

Ademais, esse dispositivo deve ser executado e instalado sobre um revestimento de concreto com resistência característica mínima ($f_{ck, \min}$), de 15 MPa. Suas paredes poderão ser construídas tanto de bloco de concreto, quanto de alvenaria de tijolos maciços, uma cinta de concreto com a mesma resistência característica mínima, mencionada anteriormente, deve ser implementada para servir de base para o assentamento de grelha. Caso essa tampa (grelha) seja de concreto armado o $f_{ck, \min}$ deverá ser de 22 MPa. (DNIT, 2004).

No tocante à permeabilidade, o Portal do Projetista (2016) informa que as bocas de lobo convencionais possuem grelhas com coeficiente de permeabilidade de 85,00 mm/s, assim sendo, essa grandeza será objeto de comparação com os cenários obtidos neste experimento, para fins de constatação da eficiência drenante alcançada no presente trabalho.

Tipos de concreto

O concreto é o material mais utilizado na construção civil, esse composto é derivado da mistura de, pelo menos, um aglomerante hidráulico, no caso o cimento e, também, água, agregado graúdo e agregado miúdo, além de outros materiais que possam ser adicionados, tais como os aditivos. Uma mistura pastosa é formada após ser hidratado, que adere aos fragmentos agregados, formando uma mistura resistente de fácil moldagem, possuindo alta resistência a compressão, assim, quando endurecida, forma um bloco rígido se adequando as exigências necessárias. (MEHTA e MONTEIRO, 1994)

Existem vários tipos de concreto, cada um é projetado para atender a diferentes necessidades e condições específicas, dentre os principais pode-se citar:

- Concreto armado: possui barras de aço inseridas para aumentar a resistência flexão, tornando-o ideal para estruturas sujeitas a cargas elevadas, tais como lajes e vigas.
- Concreto convencional: é o tipo mais comum, composto por cimento, água, areia e brita. Devido à baixa trabalhabilidade desse concreto, é necessário uso de equipamentos agitadores para um bom adensamento. Esse concreto demanda uma quantidade grande de mão de obra, devido a sua aplicação manual (PORTAL DO CONCRETO, 2023).
- Concreto reforçado com fibras: contém fibras de aço ou polímero, o que reduz a fissuração, elevando a resistência à flexão, ao impacto, ao desgaste da superfície à abrasão. (SUPREMO CONCRETO, 2023).
- Concreto permeável: projetado para permitir a passagem de água, sendo utilizado em pavimentação para reduzir o escoamento superficial.

Adição de fibra de vidro

A incorporação de fibras de vidro no concreto permeável é uma técnica que pode melhorar sua resistência mecânica, sem comprometer sua permeabilidade. Quando são acrescentadas fibras ao concreto convencional, o material resultante passa a ser denominado de concreto reforçado com fibras (CFR). Segundo a classificação do *Bureau International pour la Standardisation des Fibres Artificielles (BISFA)*, as fibras podem ser de origem natural ou artificial.

As fibras de vidro podem ser definidas como materiais filamentosos, com razão entre comprimento e diâmetro, de no mínimo 100. Em que pese não existirem restrições acerca do diâmetro mínimo, o máximo não deve ultrapassar 0,25 mm. O mecanismo de constituição das fibras, que auxilia sua alta resistência à tração, está ligado a melhor atração de suas partículas (SCHWARTZ, 1984).

De acordo com Hollaway (1993) as características preponderantes das fibras utilizadas na fabricação de compósitos são: a alta resistência e módulo de elasticidade, uniformidade no valor de resistência de fibras individuais, estabilidade e manutenção das propriedades durante manuseio e a baixa variação de diâmetros entre os filamentos e rugosidade superficial.

Conforme Figueiredo (2011), as fibras que possuem módulo de elasticidade menor que o do concreto endurecido, são denominadas de fibras de baixo módulo. Já as fibras de alto módulo são aquelas que possuem o módulo de elasticidade maior que o do referido material. Para aplicações na construção civil, a fibra de vidro é considerada mais vantajosa, quando comparada às demais, por oferecer grande resistência a tração, elevado módulo de elasticidade e baixo custo de produção.

A fibra de vidro foi utilizada, neste experimento, a fim de se atingir resistências mecânicas para suportar eventual tráfego de veículos nas sarjetas e bocas de lobo.

Para Figueiredo (2011), a eficiência da fibra está relacionada ao seu desempenho como ponte de transferência de tensões na fissura do concreto, uma fissura irá proporcionar uma barreira à propagação de tração, isso se dá pelas linhas de tensão que implica uma concentração nas fissuras.

Com a utilização de fibras, espera-se obter uma menor fissuração do concreto. (MINDESS, 1995).

Uma das características do reforço obtido com as fibras é o fato delas se distribuírem aleatoriamente no material, fortalecendo a peça como um todo, e não um determinado alinhamento, como ocorre com as armaduras convencionais utilizadas no concreto armado (FIGUEIREDO, 2011).

METODOLOGIA

Dentre as diversas propriedades mecânicas do concreto pode-se ressaltar a resistência à compressão axial simples e a resistência à tração por compressão diametral. Essas propriedades são determinadas a partir de ensaios específicos conforme a respectiva norma, estes ensaios são para especificação e controle de qualidade para aplicação. (PINHEIRO, 2004).

Experimento

A pesquisa experimental tem como objetivo ensaiar o revestimento permeável, através da modelagem corpos de provas, verificando a resistência do concreto à compressão axial simples e seu coeficiente de permeabilidade para aplicá-lo na confecção de tampas de boca de lobo. Foi adotado os procedimentos da ABNT NBR 16416 Anexo A

Materiais

Os materiais utilizados na pesquisa foram o cimento CPV-ARI da marca Holcim, agregados graúdos (brita 0 e brita 1), agregado miúdo (areia média) oriundos da Martins Lanna Mineração. Além disso, utilizou-se a fibra de vidro CSM – Fibra Picadas CS 405B 6,4 mm.

O traço de referência para o concreto permeável utilizado na montagem da peça foi 1:3: 1,3:0,5 (traço em massa). Além disso, utilizou-se um fator água/cimento de 0,4.

Traços				
Material	Traço 1	Traço 2	Traço 3	Traço de Referência
Cimento (Kg)	1	1	1	1
Brita 1 (Kg)	3	3	3	3
Brita 0 (Kg)	1,3	1,3	1,3	1,3
Areia Média (Kg)	0,5	0,5	0,5	0,5
Fator a/c	0,4	0,4	0,4	0,4
Fibras (g/dm ³)	1	5	10	0

Tabela 1 – Traços utilizados

Fonte: Próprios autores (2023)

Por fim, a diferença obtida em cada traço foi definida em função da quantidade de fibra de vidro por decímetro cúbico de material, inserida no concreto.

Método

O procedimento para a preparação do concreto se deu conforme a ABNT NBR 12821: Preparação de concreto em laboratório – Procedimento.

A confecção dos corpos de prova foi executada em conformidade à ABNT NBR 5738 – Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova, no tocante aos ensaios de compressão axial foram seguidos os procedimentos previstos na ABNT NBR 5739 – Concreto – Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos.



Figura 7 – Adensamento do concreto

Fonte: Próprio autor (2023)



Figura 8 – Confeção do concreto

Fonte: Próprio autor (2023)



Figura 9 – Ensaio de resistência à compressão axial
Fonte: Próprio autor (2023)



Figura 10 - Ruptura do corpo de prova
Fonte: Próprio autor (2023)



Figura A.5 – Tipo E –
Cisalhada

Figura 11 – Ruptura Cisalhada
Fonte: NBR 5739:2018



Figura 12 – Corpo de prova cisalhado
Fonte: Próprio autor (2023)

O ensaio de permeabilidade se deu conforme a ABNT NBR 16416 Anexo A – Determinação do coeficiente de permeabilidade de pavimento permeável.

Caracterização

Os ensaios foram realizados no laboratório do Centro Universitário Newton Paiva de modo a atender aos requisitos normativos existentes nas retromencionadas normas.

O ensaio do coeficiente de permeabilidade foi realizado em conformidade à ABNT NBR 16416 anexo A, sendo que esse anexo tem como objetivo medir a permeabilidade do pavimento permeável podendo ser utilizado em campo ou no laboratório. Conforme o item A.2 da referida norma, a execução consiste em utilizar uma forma circular, de área determinada de (150 ± 10) mm e altura mínima de 50 mm, o cilindro tem duas linhas de referência com distância de 10 mm a 15 mm em relação a face da inferior do anel, o material deve ter rigidez suficiente para não se deformar. Aplica-se, no anel, um material de vedação na interface entre este e a superfície do pavimento drenante a ser analisado. Após umedecer, previamente, o corpo de prova, a ser testado, a massa de água é despejada na forma e o tempo de infiltração do volume total despejado é cronometrado. A coeficiente de permeabilidade é calculado, em função do tempo (s), através da seguinte fórmula:

$$k = \frac{C.M}{D^2.T}$$

Onde:

K = taxa de infiltração (mm/h)

C = 4.585.666.000 - valor constante

M = massa da água (kg)

D = diâmetro da estrutura circular adotada (mm)

T = tempo que a massa de água leva para ser infiltrada (s)

Utilizou-se 18 kg de massa de água para despejar sobre a placa de concreto permeável a fim de determinar a taxa de infiltração da água, neste cenário, realizou-se três ensaios em cada anel.



Figura 13 – Ensaio do coeficiente de permeabilidade
 Fonte: Próprio autor (2023)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Rompimento à compressão (MPa)				
ENSAIO	REFERÊNCIA	TRAÇO 1	TRAÇO 2	TRAÇO 3
1º Rompimento	12,34	6,95	13,41	18,17
2º Rompimento	13,21	11,77	14,73	12,16

Quadro 1 – Ensaio de resistência à compressão axial
 Fonte: Próprio autor (2023)

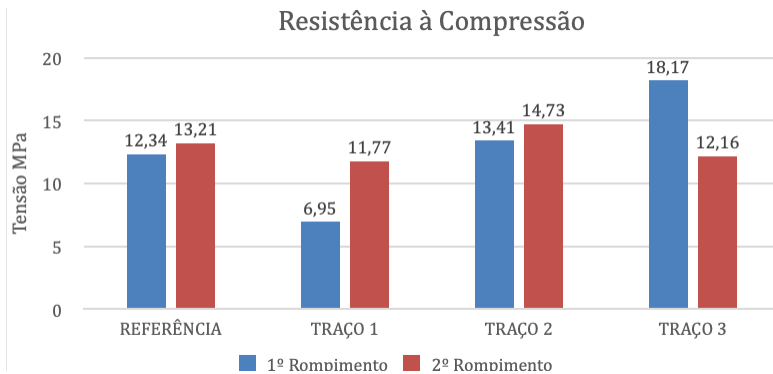


Tabela 2 – Ensaio de resistência à compressão axial
 Fonte: Próprio autor (2023)

ENSAIO DO COEFICIENTE DE PERMEABILIDADE				
ENSAIO	DIÂMETRO (mm)	MASSA ÁGUA (Kg)	TEMPO (s)	TAXA INFILTRAÇÃO (mm/s)
1	150,00	18,00	147,87	6,891
2	150,00	18,00	150,32	6,779
3	150,00	18,00	152,79	6,670
4	150,00	18,00	137,37	7,418
5	150,00	18,00	137,97	7,386
6	150,00	18,00	138,58	7,353

Quadro 2 – Ensaio de permeabilidade

Fonte: Próprio autor (2023)

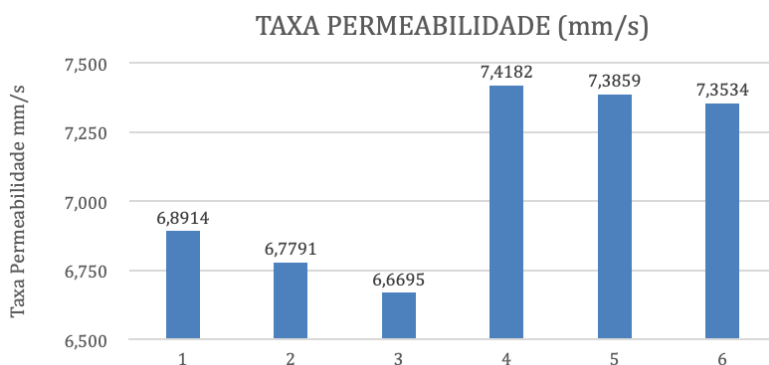


Tabela 3 – Ensaio de permeabilidade

Fonte: Próprio autor (2023)

O resultado do ensaio de coeficiente de permeabilidade é dado em milímetros por segundo (mm/s), dessa forma é possível calcularmos o volume de água passante em um dado período para qualquer tamanho de área.

CONCLUSÃO

Após obtenção dos resultados do ensaio de resistência à compressão do concreto permeável confeccionado neste experimento, não foram alcançados valores de resistência à compressão em atendimento ao valor recomendado pelo DNIT (22,0 MPa). Verificou-se que nos cenários Traço 2 e Traço 3, o aumento de resistência esperado pela adição de fibras de vidro, em relação ao cenário Traço de Referência, foi constatado em pelo menos, um dos CP's. Já no cenário Traço 1, as resistências à compressão obtidas foram inferiores ao cenário Traço de Referência, mesmo com a adição de fibras de vidro. Analisando-se, especificamente o cenário traço 1, é possível que a obtenção de resultados de resistência à compressão inferiores ao cenário de referência, tenha sido resultante de inconformidade na realização do adensamento dos corpos de prova deste traço.

Analisando-se o ensaio de permeabilidade, apesar de terem sido constatados resultados positivos de infiltração, o que demonstra a capacidade drenante do concreto, a maior vazão total obtida no experimento 7,42 mm/s não se equipara a vazão total obtida pelas tampas de boca de lobo atualmente utilizadas com 85,00 mm/s, conforme citado anteriormente.

Ressalte-se, ainda, que o revestimento permeável tende a ter sua taxa de infiltração reduzida, com o passar do tempo, devido ao possível acúmulo de partículas nos vazios do concreto permeável.

Considerando os aspectos supracitados, conclui-se que, para a viabilidade de utilização da solução proposta com os materiais e tecnologias atuais seria necessária uma área maior que o padrão atual para que se tenha a mesma eficiência. É possível, entretanto, a utilização da referida solução é possível em outras aplicações que não recebam grandes cargas, tais como passeios e áreas onde não haja tráfego de veículos pesados.

REFERÊNCIAS

ABNT. **NBR 12821: Preparação de concreto em laboratório** - Procedimento. Rio de Janeiro, 2009. Acesso em 08 ago. 2023.

ABNT. **NBR 16416: Pavimentos permeáveis de concreto** – Requisitos e procedimentos. Rio de Janeiro, 2015. Acesso em 04 nov. 2023.

ABNT. **NBR 5738: Concreto - Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova – Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos**. Rio de Janeiro, 1994. Acesso em 08 ago. 2023.

ABNT. **NBR 5739: Concreto – Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos**. Rio de Janeiro, 2018. Acesso em 08 ago. 2023.

BRASIL. **Lei nº 11.445**, de 05 de janeiro de 2007. Brasília, DF, [2007]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Lei/L11445.htm Acesso em 05 ago. 2023.

BRASIL. **Lei nº 14.026**, de 15 de julho de 2020. Brasília, DF, [2020]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/14026.htm Acesso em 26 nov. 2023.

Bureau International pour la Standardisation des Fibres Artificielles. **Terminology of man-made fibres**. 2009. Acesso em 24 out. 2023.

CEZAR, J. F. V. **Concreto permeável com incorporação de fibra de polipropileno para melhoramento da resistência à flexão**. 34p. Ijuí, RS. 2019. Acesso em 24 out. 2023

COTIDIANO ITU. **Portal Itu**. Disponível em: <<https://www.itu.com.br/cotidiano/noticia/boca-de-lobo-e-ampliada-no-parque-nossa-senhora-da-candelaria-20160113>>. Acesso em 24 out. 2023.

CONCREALFA. **Artefatos de concreto**. Disponível em: <<https://concrealfa.com.br/grelha.html>>. Acesso em 24 out. 2023.

DNIT, **Manual de drenagem de rodovias**. 2. ed. Rio de Janeiro, RJ. Ed. Instituto de Pesquisas Rodoviárias do DNIT, 2006. 13, 15, 16, 17, 282, 283p. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-demanuais/vigentes/724_manual_drenagem_rodovias.pdf> Acesso em 29 out. 2023.

DNIT, **Drenagem – Dispositivos de drenagem pluvial urbana**. 1. ed. Rio de Janeiro, RJ. Ed. Instituto de Pesquisas Rodoviárias do DNIT, 2004. 2, 4, 7p. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-normas/coletanea-de-normas/especificacao-de-servico-es/dnit_030_2004_es.pdf> Acesso em 29 out. 2023.

FIGUEIREDO, A. D. **Concreto reforçado com fibras**. Tese (Livre-Docência). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. 248p. São Paulo, 2011. Acesso em 29 out. 2023.

HOLLOWAY, L. C.; LEEMING, M. B. **Strengthening of reinforced concrete structures using externally bonded FRP composites in structural and civil engineering**. 1ed. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 1999. Acesso em 29 out. 2023.

MEHTA, P.K.; MONTEIRO, P.J.M. **Concreto: estrutura, propriedades e materiais**. São Paulo: PINI, 1994, p.01-02. Acesso em 02 nov. 2023.

MINDESS, S. Fibre reinforced concrete: **Challenges and prospects**. In: Second University-Industry Workshop on Fiber Reinforced Concrete and Other Advanced Materials. Toronto, Canada, 1995. Acesso em 02 nov. 2023.

PINHEIRO, Libânio M.; MUZARDO, Cassiane D.; SANTOS, Sandro P. **Estruturas de Concreto**. Unicamp. Campinas, SP. 2004. Capítulo 2. Disponível em: <http://www.fec.unicamp.br/~almeida/ec702/EESC/Concreto.pdf>. Acesso em 02 nov. 2023.

PORTAL DO PROJETISTA. Disponível em: <<https://portaldoprojetista.com.br/dimensionamento-de-boca-de-lobo-para-drenagem-urbana/>>. Acesso em 15 nov. 2023.

PORTAL EBANATAW. Disponível em: <<https://www.ebanataw.com.br/drenagem/bocadelobo.htm>> Acesso em 02 nov. 2023.

SABENDO UM POUCO MAIS SOBRE CONCRETO. Portal do concreto. Disponível em: <<http://www.portaldoconcreto.com.br/cimento/concreto/tipos.html>>. Acesso em 24 out. 2023.

SCHWARTZ, M. M. **Composite materials handbook**. New York: McGraw-Hill, 1984. Acesso em 02 nov. 2023.

TIPOS DE CONCRETO E SUAS APLICAÇÕES. **Supremo concreto**. Disponível em: <www.supremocimento.com.br>. Acesso em 24 out. 2023.

TUCCI, Juan Carlos; BERTONI, Juan Carlos. **Inundações urbanas na américa do sul**. 1ª ed. Porto Alegre, RS. 2003. 7, 25, 55p. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Juan-Bertoni/publication/266883894_INUNDACOES_URBANAS_NA_AMERICA_DO_SUL/links/56b352cd08ae3d06a26644e2/INUNDACOES-URBANAS-NA-AMERICA-DO-SUL.pdf. Acesso em 05 ago. 2023.