

Análise da viabilidade do uso do concreto permeável na utilização de pavimento leve em vias urbanas

Analysis of the feasibility of using permeable concrete as lightweight sidewalk in urban roads

DOI:10.34117/bjdv7n3-546

Recebimento dos originais: 08/02/2021

Aceitação para publicação: 20/03/2021

Guilherme Sanguinetti Valença

Engenheiro Civil – Centro Universitário Santo Agostinho - UNIFSA
pós-graduado em Infraestrutura de Transporte Rodoviário – INBEC
E-mail: guilhermesanguinetti@hotmail.com

Laecio Guedes do Nascimento

Graduando de engenharia civil – Centro universitário Santo agostinho - UNIFSA
Bacharel em Teologia / especialista em ciências da religião com ênfase em docência do ensino superior – Faculdade Evangélica do Piauí – FAEPI
E-mail: Laecioguedes25@hotmail.com

Mariana Melo Meneses

Engenheira Civil
Mestranda em Engenharia dos Materiais – IFPI3
Especialista em Estruturas de Concreto e Fundações
Especialista em Docência do Ensino Superior - UNIP
E-mail: marianameneses13@hotmail.com

Idlla Holanda pessoa pio

Engenheira Civil – Centro Universitário Santo Agostinho – UNIFSA
E-mail: Idllapio@gmail.com

Marcelle Ribeiro Costa Cajueiro

Graduando em Engenharia civil - Centro universitário Santo agostinho – UNIFSA5
E-mail: cajueiro86@gmail.com

Samara Raquel de Sousa Costa

Graduando em Engenharia civil - Centro universitário Santo agostinho – UNIFSA
E-mail: samarasousa1@gmail.com

Ana Gabriela lima pacífico

Engenheira civil - Centro universitário Santo Agostinho – UNIFSA
Especialista em segurança do trabalho – FAVENI
E-mail: anagabrielalimap@gmail.com

José da Cruz dos Santos Fontes

Graduando de engenharia civil – Centro universitário Santo agostinho – UNIFSA
Bacharel em Serviço Social / UFPI
E-mail: allmeidafontes@hotmail.com

RESUMO

O crescimento urbano no Brasil tem sido de grande relevância nos dias atuais, chamando a atenção pela ocupação que tem ocorrido de forma acelerada. Assim o aumento das enchentes devido a alto índice de desmatamento, tem levado muitos estudantes e profissionais da área da engenharia a desenvolverem novas tecnologias relacionadas a drenagem urbana sustentável. O desenvolvimento dos pavimentos permeável na construção civil em muitas regiões tem sido de grande importância para se evitar catástrofes naturais, como enchentes, preservação ambiental, entre outras. A retirada total da cobertura vegetal, para construção de áreas impermeáveis, tais como calçadas totalmente de concreto, implantação de pavimentação nas ruas são as obras que nos chamam a atenção, pois são essas obras que quando não realizadas com planejamento são umas das principais causas de desconforto térmico principalmente nas grandes cidades, com altas temperaturas, precipitações desordenadas fora os grandes prejuízos na mobilidade urbana durante os períodos chuvosos. Diante disso tem-se observado que o pavimento permeável tem sido utilizados de forma bem significativa no decorrer dos anos, com intuito de tentar minimizar os impactos causados pelas características do solo tais como a impermeabilização, compactação natural e etc. Essa técnica construtiva tem sido implantada com muita força na execução de áreas destinadas ao tráfego leve de veículos, estacionamentos, sendo muito utilizado também em calçadas, praças e parques. Essa pesquisa tem como objetivo avaliar os pontos positivos e negativos entre os fornecedores, pesquisadores e outras empresas que fabricam esses tipos de pavimentos, analisar sua resistência em laboratório e sua aplicabilidade como pavimento. Foram analisados comparativos entre as taxas de permeabilidade, trabalhos científicos, através de identificações de pavimentos hidrológicamente funcionais.

Palavras-chave: Concreto permeável, resistência, permeabilidade e pavimentação urbana.

ABSTRACT

Urban growth in Brazil has been of great relevance nowadays, drawing attention by the occupation that has occurred at an accelerated rate. The increase in flooding due to the high rate of deforestation has led many students and engineering professionals to develop new technologies related to sustainable urban drainage. The development of permeable sidewalks in civil construction in many regions has been of great importance in avoiding natural catastrophes, such as flooding, and environmental preservation, among others. The total removal of vegetation cover to build impermeable areas, such as totally concrete sidewalks, and the implementation of paving on the streets are the works that draw our attention, because these are the works that when not carried out with planning are one of the main causes of thermal discomfort, especially in large cities, with high temperatures, disorderly precipitation, and the great damage to urban mobility during rainy periods. In view of this, it has been observed that permeable sidewalk has been used in a very significant way over the years, in order to try to minimize the impacts caused by soil characteristics such as sealing, natural compaction, etc. This construction technique has been implemented with great force in areas destined for light vehicle traffic, parking lots, and is also widely used in sidewalks, squares, and parks. This research aims to evaluate the positive and negative points among suppliers, researchers, and other companies that manufacture these types of sidewalks, to analyze their resistance in the laboratory, and their applicability as sidewalk. Comparisons between permeability rates, scientific papers, through identifications of hydrologically functional sidewalks were analyzed.

Keywords: Permeable concrete, strength, permeability and urban paving.

1 INTRODUÇÃO

A ocupação urbana provoca alterações físicas no meio ambiente, por meio de superfícies que absorvem mais o calor da radiação solar, a exemplo do concreto e do asfalto, produzindo, assim, o aumento da temperatura, desconforto térmico e acréscimo no consumo de energia. Quando o desenvolvimento urbano possui planejamento com ações adequadas, as áreas verdes são preservadas não apenas para recreação, mas para diminuir a temperatura, amortecer e armazenar o volume de escoamento superficial gerado, integrando as estruturas de drenagem ao meio ambiente urbano (BIANCHET, 2015).

Em todo o mundo, a ocupação urbana tem ocorrido de forma bem acelerada nos últimos tempos. Naturalmente, esta ocupação parece de danos ambientais causados pelas construções de vias, casas, prédios comerciais e entre outros empreendimentos. Como consequência desse desenvolvimento, crescem as áreas impermeáveis causadas pelas obras de construção implantadas. A partir disso, tem-se utilizado tecnologias para que as águas pluviais infiltrem no subsolo e retardem a vazão das drenagens urbanas existentes. Uma dessas tecnologias é o uso de pavimentos permeáveis na infraestrutura urbana (CANHOLI, 2015).

O pavimento permeável teve sucesso nos Estados Unidos como controle de cheias em 1968. Possuindo as características de porosidade, permeabilidade, alto teor de vazios e alta taxa de infiltração de água, o pavimento permeável, torna-se uma ferramenta de drenagem nas áreas urbanas e controle de cheias, capaz de suportar qualquer tipo de tráfego (VIRGILLIS, 2009).

Na opinião de Schwetz et al (2015) o tema relativo a pavimento permeável possui pouca importância em normas técnicas nacionais específicas que reduzem a sua utilização em desenvolver este pavimento em altas escalas. Recomenda-se as normas internacionais para o preparo da composição do revestimento poroso da American Concrete Institute (ACI). No entanto, surgiu em agosto de 2015, a norma brasileira NBR 16416 (2015), baseada em norma internacional, propondo uma orientação mais clara para uma produção mais efetiva.

Observa-se que o pavimento permeável está relacionado no âmbito da sustentabilidade em contribuir no percurso natural das águas, diminuindo obras mais onerosas de drenagem urbanas. Essa tecnologia auxilia na redução da ilha de calor,

favorece a vegetação, evita acidentes por acúmulos de lâminas d'água no pavimento, participa em capturar gás carbono do ambiente e diminui o consumo de agregados e cimentos (SCHWETZ et al, 2015).

Diante o exposto, o objetivo desse artigo é descrever a otimização de traços de concreto permeável para utilização em camadas de revestimento de pavimento urbano e em áreas de passeio para pedestres, de modo a permitir seu uso como dispositivo para atenuar os efeitos das enchentes.

2 METODOLOGIA

2.1 DETERMINAÇÃO DO TRAÇO E MOLDAGEM DOS CORPOS DE PROVA

Foi adotado um traço 1:4:0,25. A proporção da relação são a massa de brita por forma (kg), massa de cimento por forma (kg) e massa de água por forma (kg). O agregado está classificado como brita 0 com graduação uniforme predominante (conforme a figura 01).

Figura 1: Estoque da brita utilizada no concreto



Fonte: (Autor,2021)

Para obtenção da mistura do concreto permeável foi colocado inicialmente na betoneira o agregado deixando rodar por 1 minuto. Após acrescenta-se o cimento e, por último, adiciona-se a água, deixando misturar os componentes por 2 minutos. A preparação do concreto permeável realizou-se em duas etapas.

A primeira etapa foi elaborada com granulometria da brita 0, e a segunda etapa utilizando a brita peneirada, obtendo brita com granulometria apenas de 9,5 mm. Os

quantitativos utilizados para cada etapa serviram para realizar a moldagem dos corpos de prova prismáticos, moldar o recipiente para o ensaio a densidade do concreto e moldar um segmento de concreto para o ensaio de permeabilidade (conforme a figura 02).

Figura 2: mistura da massa de concreto



Fonte: (Autor,2021)

O material apresentado de cor escura, massa bem seca, devido à fração de água definida de 0,25. Após deixar o material bem homogeneizado na betoneira foi colocado em um carro de mão, com o auxílio de uma concha metálica, para facilitar o descarregamento. Os cilindros receberam uma pequena aplicação de uma fina camada de óleo vegetal na parte interna para facilitar o desmolde dos corpos de prova.

O adensamento foi realizado conforme a NBR 5738 (2003), de maneira manual com duas camadas de 75 golpes, haste de adensamento em aço, com extremidade semiesférica de 16 mm de diâmetro e 80 mm de comprimento. Foram adensados uniformemente as camadas e na segunda camada a haste penetrou cerca de 20 mm a camada inferior. Com o uso de uma colher de pedreiro e uma régua metálica realizou-se acabamento da superfície dos corpos de prova, (conforme a figura 03).

Figura 3: moldagens dos corpos de prova prismáticos.



Fonte: (Autor,2021)

Após moldar os corpos de prova prismáticos, com dimensões de 15cm x 15cm x 50cm. Esperou-se o tempo de 24 horas para a execução da desforma. Em seguida foram identificados e colocados em tanque de água para que realizar a cura de 28 dias. Foi aguardado 24h para o procedimento de secagem e execução posterior de rompimentos dos mesmos.

2.2 GRANULOMETRIA DO PEDRISCO

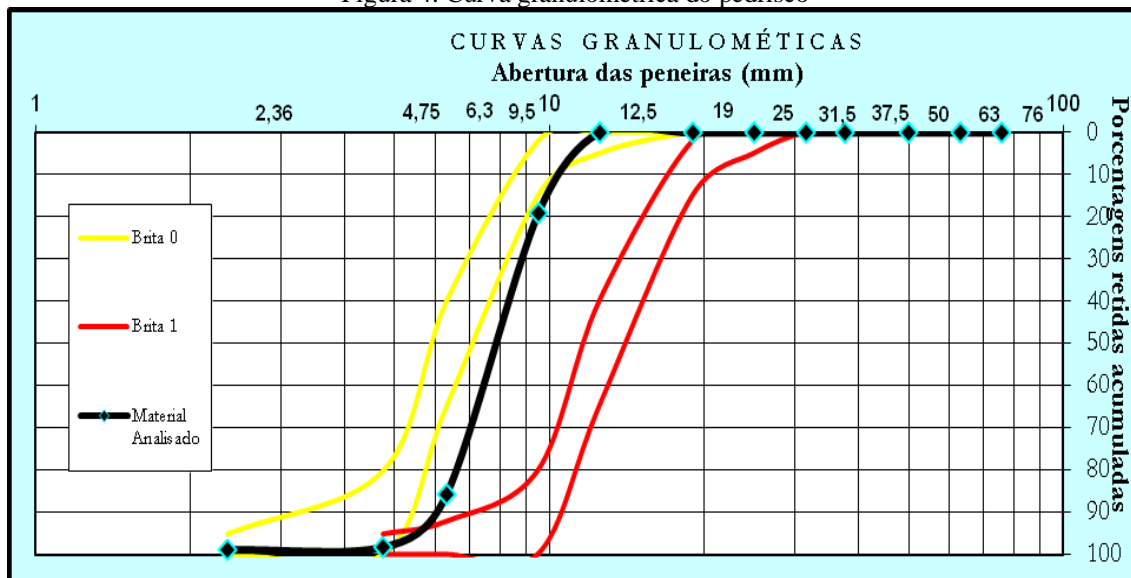
O ensaio de granulometria segue os padrões da NBR 7217 (1987). Foram utilizados 5 Kg de amostra para realizar a caracterização. Verificou-se, na Tabela 1, que o agregado em análise tem diâmetro máximo de 9,5 mm e módulo de finura de 4,6.

Tabela 1 - Resultado da granulometria do pedrisco

NBR ME 7217		NBR NM 248		AGREGADO	
Peneiras		Total inicial 5000		Total retido	
n°	mm	Peso retido (g)	% Retida	% Retida acumulada	
3,8"	9,5	999	19,99	0,25	
4	4,8	3335	66,74	66,99	
8	2,4	602	12,05	79,04	
16	1,2	19	0,38	79,42	
30	0,6	7	0,14	79,56	
50	0,3	4	0,08	79,64	
100	0,15	3	0,06	79,7	
Fundo		28	0,56		
		4997			
Módulo de finura				4,6	
Diâmetro Máximo				9,5 mm	

A Figura 4 demonstra a distribuição granulométrica do agregado, representado através de uma curva. Para a elaboração do concreto permeável foi utilizado esse agregado da forma como está disponível, classificado como brita 0 (zero). A partir desta brita realizou peneiramento para obter apenas a brita de 9,5 mm.

Figura 4: Curva granulométrica do pedrisco



Fonte: (Autor,2021)

2.3 MASSA ESPECÍFICA DO CONCRETO PERMEÁVEL

No ensaio utilizou-se a NBR 9833 (1987) com um recipiente de 4,1 dm³ de material metálico com características da NBR NM 47 (2002). A moldagem realizada em duas camadas, sendo aplicadas 20 golpes por camada, por soquete de 4,5 kg e altura de 45 cm.

O procedimento do ensaio após preparar a massa de concreto, com auxílio de uma concha metálica, coloca-se dentro do recipiente até a metade da altura, e com o soquete aplica 25 golpes. Logo após, preenche o recipiente até sua altura final e aplica mais 25 golpes, penetrando na camada anterior no máximo de 2 cm. Como o material adensado, completa o recipiente e deixa toda a superfície nivelada. O adensamento manual aplica energia contínua, aproximadamente um golpe por segundo distribuídos uniformemente sobre toda a superfície de cada camada. Concluído o arrasamento, limpar a superfície externa do recipiente e determinar a massa do recipiente mais concreto (conforme a figura 05).

Figura 5: Determinação da massa específica



Fonte: (Autor,2021)

A NBR 16416 (2015) considera que a massa específica do concreto permeável deve ser considerada aceita caso o valor obtido, tanto no estado fresco quanto no estado endurecido, seja igual ao valor especificado em projeto, com tolerância de $\pm 80 \text{ kg/m}^3$. O valor mínimo a ser especificado em projeto deve ser de 1.600 kg/m^3 . A determinação da massa específica realizada na brita misturada e brita 9,5 utilizou-se o concreto fresco.

Os resultados do ensaio de massa específica do concreto permeável, tanto na brita 0 quanto na brita de 9,5 mm, foram bem satisfatórios, pois apresentaram-se maiores que o previsto na NBR 16416 (2015), equivalente a 1.600 kg/m^3 , demonstrados nas médias das Tabelas 2 e 3.

Tabela 2 - Determinação da massa específica para concreto com brita 0 mm

Tipo (mm)	Altura do cilindro (cm)	Diâmetro do cilindro (mm)	Volume do cilindro (cm ³)	Peso do molde (kg)	Cilindro + concreto (kg)	Peso concreto (kg)	Massa específica (kg/cm ³)
Brita 0	23	15	4064,43	9492	17198	7706	1,896
	23	15	4064,43	9492	17155	7239	1,7811
Média				1840,52 Kg/m³			

Tabela 3 - Determinação da massa específica para concreto com brita 9,5 mm

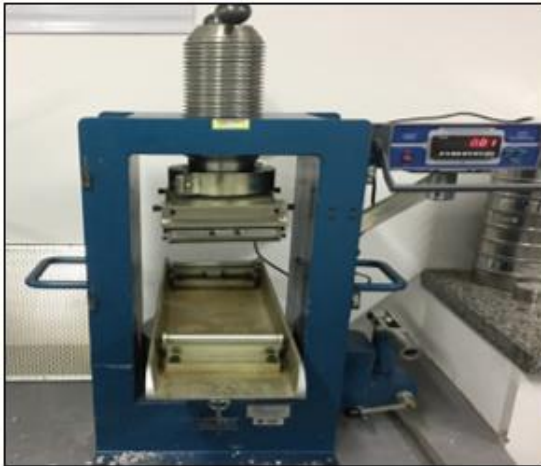
Tipo (mm)	Altura do cilindro (cm)	Diâmetro do cilindro (mm)	Volume do cilindro (cm ³)	Peso do molde (kg)	Cilindro + concreto (kg)	Peso concreto (kg)	Massa específica (kg/cm ³)
Brita 9,5	23	15	4064,43	9492	16780	7288	1,7931
	23	15	4064,43	9492	16731	7239	1,7811
Média				1789,04 Kg/m³			

2.4 RESISTÊNCIA MECÂNICA E ESPESSURA MÍNIMA

Na NBR 16416 (2015) recomendam-se para o concreto permeável moldado no local, tanto para tráfego de pedestre como para tráfego leve, as espessuras mínimas de pavimento e resistências mínimas. Para tráfego leve 60 mm, sendo no mínimo 1,0 Mpa, e para tráfego leve 100 mm de espessura e mínimo de 2,0 Mpa de resistência mínima.

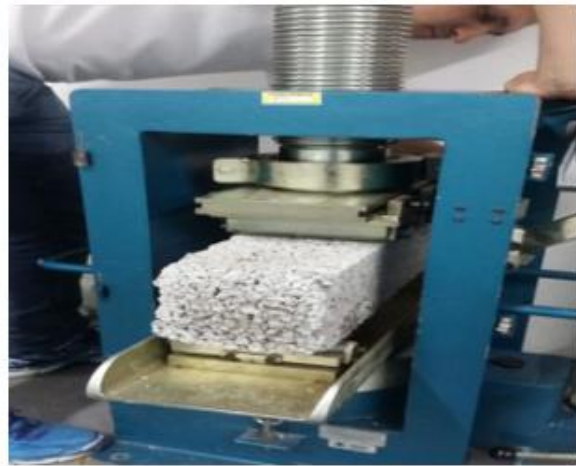
Os ensaios de resistência à compressão foram realizados em uma prensa hidráulica, com capacidade para 100 Tf. O ensaio de resistência à tração na flexão foi realizado segundo as técnicas especificadas da NBR 12142 (2010). Para a obtenção da resistência mecânica do pavimento permeável foram realizados com amostragens de corpos de prova prismático, sendo 6 corpos de prova granulometria de brita 0 e outros 6 corpos de prova para granulometria específica de 9,5 mm (conforme a figura 06 e 07).

Figura 06: Prensa hidráulica manual



Fonte: (Autor,2021)

Figura 07: rompimento do prismático



Fonte: (Autor,2021)

Os corpos de prova foram moldados nas dimensões de 15cm x 15cm x 50cm, diferente da NBR 16416 (2015) que orienta corpo de prova de 10cm x 10cm x 40cm. Não se utilizou o recomendado devido à dificuldade de se encontrar essas dimensões de corpo de prova nos laboratórios disponíveis na cidade. Todavia o ensaio foi executado pelas recomendações da NBR 12142 (2010) para quantificar a resistência à tração na flexão.

Tabela 6 - Resultado do ensaio tração na flexão para a brita 0 mm

Tipo (mm)	Nº do bloco prismático	Carga máx. aplicada (N)	Distância entre cutelos (mm)	Largura (mm)	Altura (mm)	Fctm (Mpa)
Brita 0	1	6000	390	150	150	0,69
	2	6600	390	150	150	0,76
	3	8400	390	150	150	0,97
	4	11900	390	150	150	1,38
	5	14200	390	150	150	1,64
	6	11400	390	150	150	1,32
Média			1,13 Mpa			

Tabela 7 - Resultado do ensaio tração na flexão para a brita 9,5 mm

Tipo (mm)	Nº do bloco prismático	Carga máx. aplicada (N)	Distância entre cutelos(mm)	Largura (mm)	Altura (mm)	Fctm (Mpa)
Brita 9,5	1	17500	390	150	150	2,02
	2	17100	390	150	150	1,98
	3	17600	390	150	150	2,03
	4	17200	390	150	150	1,99
	5	17300	390	150	150	2
	6	17600	390	150	150	2,03
Média			2,01 Mpa			

A NBR 16416 (2015) descreve que para concreto moldado no local, para tráfego de pedestre e para tráfego de veículo leve, a resistência mecânica característica devem ser respectivamente, maior ou igual a 1 MPa e 2 MPa. A Tabela 6, na utilização da brita 0, dos resultados obtidos, constatou valor de média de 1,13 MPa, valor condizente para a utilização e emprego de tráfego de pedestre. A Tabela 7, obteve êxito do resultado de média de 2,01 MPa, podendo ser empregado para utilização de tráfego de veículo leve.

2.5 DETERMINAÇÃO DA PERMEABILIDADE

O ensaio em laboratório realizado para determinar o coeficiente de permeabilidade do pavimento permeável moldado *in loco*, neste artigo seguiu o modo mais prático onde foi acoplado um cano de 100mm na placa de concreto, determinando assim o tempo de percolação da água na placa de concreto. Segundo o recomendado pela NBR 16416 (2015), de modo a se obter resultados simulando as condições de permeabilidade do material (conforme a figura 07).

Figura 07: teste de percolação da água na placa de concreto



Fonte: (Autor,2021)

Para realização do ensaio de permeabilidade utilizou-se uma placa de concreto de 34 cm x 47 cm, com espessura de 10 cm. O anexo A da NBR 16416 (2015) não especifica a dimensão mínima da espessura. Utilizou-se sobre a placa um tubo de PVC de 70 cm de comprimento com diâmetro de

100 mm e massa de calafetar para a junção da placa com um tubo. Com um recipiente de capacidade para 20 l permitiu-se fazer o derramamento controlado do volume de água.

Antes de iniciar o procedimento executa a pré-molhagem da placa de concreto e após 2 min. realiza-se o ensaio. O volume de massa de água foi de 3,6kg. Com um cronômetro de precisão despejou-se a água através do tubo de PVC com velocidade constante e marcou o tempo quando a água atingiu a superfície da placa de concreto e parou quando não havia mais água disponível no recipiente. As Tabelas 4 e 5 mostram que foram realizados 3 ensaios tanto para a brita 0 quanto para a brita de 9,5 mm para ter uma maior precisão dos valores obtidos.

Tabela 4 - Resultado ensaio de permeabilidade para a brita 0 mm

Tipo (mm)	Massa de água(kg)	Diâmetro (mm)	Tempo (s)	Tempo (s)	Permeabilidade (mm/h)	Permeabilidade (m/s)
Brita 0	3,6	100	01:48:00	108	15278,89	0,0042
	3,6	100	02:55:00	175	9429,26	0,0026
	3,6	100	01:58:00	118	13984,07	0,0039

Média da permeabilidade	0,0036 m/s
--------------------------------	-------------------

Tabela 5 - Resultado ensaio de permeabilidade para a brita 9,5 mm

Tipo (mm)	Massa de água(kg)	Diâmetro (mm)	Tempo	Tempo	Permeabilidade (mm/h)	Permeabilidade (m/s)
			(s)	(s)		
Brita 9,5	3,6	100	01:37:00	97	17011,54	0,0047
	3,6	100	02:35:00	155	10645,93	0,003
	3,6	100	01:20:00	80	20626,5	0,0057
Média da permeabilidade				0,0045 m/s		

Os resultados do ensaio de permeabilidade do concreto permeável fabricado, tanto na brita 0 quanto na brita de 9,5 mm, foram satisfatórios, pois os valores foram maiores que o previsto na NBR 16416 (2015) com valor de 10^{-3} m/s, demonstrando resultados com altas permeabilidades.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se destacar que o estudo se baseia apenas no revestimento rígido para pavimentação permeável, e não engloba as camadas inferiores do pavimento. Para que o pavimento como todo apresente viabilidade técnica, as camadas inferiores devem apresentar comportamento mecânico e hidráulico compatíveis.

Os ensaios envolvidos neste artigo foram tomados com base nos requisitos e procedimentos, para concreto permeável, moldado in loco. Os resultados obtidos da brita 0 e a brita de 9,5 mm conseguiram, após análise em laboratório, valores expressivos para utilização de produção do concreto permeável. Dessa forma, o concreto permeável apresentado tem sua aplicabilidade em vias de tráfego leve de veículos e áreas de lazer como calçadas, praças e estacionamentos.

Considerações importantes a utilização do pavimento permeável: o concreto permeável moldado no local para tráfego de pedestre e tráfego leve devem atender espessura mínima de 60 e 100 mm. Além disso, existe a necessidade para liberação do trecho aplicado a inspeção visual e pontos defeituosos com fissuras ou falhas para possíveis reparos. Deve sofrer intervenções de manutenção sempre que existirem condições que comprometam o desempenho mecânico ou hidráulico. Os reparos realizados devem utilizar os mesmos tipos de materiais do pavimento existente, sendo vetados a utilização de revestimentos impermeáveis ou outros materiais que evidenciem o reparo ou prejudiquem o desempenho do pavimento.

A verificação do pavimento permeável quanto à permeabilidade deve ser realizada conforme indicação em projeto. Após determinado período de utilização, apresentar coeficiente de permeabilidade menor ou igual a 10^{-5} m/s devem executar

ações de limpeza como: remoção de sujeiras e detritos em geral na superfície do pavimento por meio de varrição mecânica ou manual, aplicação de jato de água sob pressão, aplicação de equipamento de sucção para retiradas dos finos.

REFERÊNCIAS

ACIOLI, L. A. et al. Implantação de um módulo experimental para a análise da eficiência de pavimentos permeáveis no controle do escoamento superficial na fonte. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 15., 2003, Curitiba. Anais... Curitiba: ABRH, 2003. 18 p.

AMERICAN CONCRETE INSTITUTE COMMITTEE 522. Pervious Concrete (ACI 522R-06).

Farmington Hills: American Concrete Institute, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16416: Pavimento permeável de concreto - Requisitos e procedimentos. Rio de Janeiro, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9833: Massa específica, do rendimento e do teor de ar pelo método gravimétrico. São Paulo, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12142: Determinação da resistência à tração na flexão em corpos-de-prova prismáticos, São Paulo, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5738: Moldagem e cura de corpos-de-prova de concreto. São Paulo, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7217: Determinação da composição granulométrica em se tratando em agregado. São Paulo, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. Manual de Conceitos e Requisitos para Pavimentos Intertravado. São Paulo: ABCP, 2015. 8 p.

BIANCHET, D. L. Estudo preliminar para captação de água da chuva por meio de pavimentos permeáveis na cidade de Florianópolis/SC, Ed. 1, Florianópolis, 2015.

CANHOLI, Aluísio. Drenagem urbana e controle de enchentes. Oficina de Textos, 2015.

SCHWETZ, P.F.; SILVA FILHO, L.C.P.; LINHARES, VITOR; LORENZI, A.; FERREIRA, L. Z.;

PARISOTO, MICHAEL. Concreto permeável: otimização do traço para a pavimentação de fluxo leve. Lisboa, p. 01 - 11, 2015.

VIRGILLIS, A. L. C. Procedimentos de projeto e execução de pavimentos permeáveis visando retenção e amortecimento de picos de cheias. Ed. Rev., São Paulo, 2009. 191 p.