



STUDY OF THE MECHANICAL AND PHYSICAL CHARACTERISTICS OF THE PERMEABLE CONCRETE USING EMPIRICAL DOSAGE METHOD

Deane Angelo de Lima¹, Murilo Ferreira dos Santos², Evailton Arantes de Oliveira³, Darlei dos Anjos Lavor⁴, David Barbosa de Alencar⁵, Charles Ribeiro de Brito⁶

¹Graduando em Engenharia Civil – Centro Universitário do Norte (UNINORTE) - Manaus - AM.

²Eng. Civil e Esp. Eng. De Segurança do Trabalho Instituto de Ensino Superior Blauro Cardoso de Mattos (FASERRA). Manaus-AM.

³Doutorado em andamento. Programa em Ecologia e Saúde Ambiental - Universidade Fernando Pessoa (UFP) - Porto-Portugal.

⁴Técnico de laboratório I – Centro Universitário do Norte (UNINORTE) - Manaus-AM.

⁵Dr. em Engenharia Elétrica – Departamento de Pesquisa - Instituto de Tecnologia Galileo da Amazônia (ITEGAM) - Manaus-AM.

⁶Mestre em Engenharia de Produção – Universidade Federal do Amazonas (UFAM) - Manaus-AM. Centro Universitário do Norte (UNINORTE). Manaus-AM.

Email: deaneangelo@hotmail.com, mullasantos@gmail.com, arantestop@hotmail.com, darleilavor27@gmail.com, david002810@hotmail.com, charles.brito@atresprojects.com

Received: April 14th, 2019

Accepted: April 23th, 2019

Published: June 30th, 2019

Copyright ©2016 by authors and Institute of Technology Galileo of Amazon (ITEGAM).

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



ABSTRACT

This work presents a study of the physical and mechanical performance of tests on two different traces of porous concrete, popularly known as permeable concrete. Currently problems related to flooding in areas of excessive occupation of impermeable soil has worried experts in urban drainage, the use of the type of concrete used in this research facilitates the surface runoff helping in the acceleration of the permeability of water coming from rains that cause flooding and floods mainly in poorly planned urban areas. Cement and water were used for the preparation of the samples and in order to ensure a greater safety in the variation of tensile strength of the specimens, 10 samples were made in the last proposed test until a difference rate was reached minimum between the result of the compression analyzes thus making a material that resists to areas related to the traffic of people like sidewalks, catwalks and even bike paths.

Keywords: Permeable concrete, Concrete porous, Resistance.

ESTUDO DAS CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS E FÍSICAS DO CONCRETO PERMEÁVEL UTILIZANDO MÉTODO DE DOSAGEM EMPÍRICO

RESUMO

Este trabalho apresenta um estudo do desempenho físico e mecânico de testes em dois traços diferentes de concreto poroso, popularmente conhecido como concreto permeável. Atualmente problemas relacionados a inundações em áreas de ocupação excessiva de solo impermeável tem preocupado especialistas em drenagem urbana, a utilização do tipo de concreto utilizado nesta pesquisa facilita o escoamento superficial ajudando na aceleração da permeabilidade da água proveniente de chuvas que ocasionam alagamento e enchentes principalmente em áreas urbanas mal planejadas. Utilizou-se de brita, cimento e água para a confecção das amostras e para que fosse possível uma maior segurança na variação de resistência a ruptura dos corpos de prova, foram feitas 10 amostras no último ensaio proposto até que se chegasse em uma taxa de diferença mínima entre o resultado das análises a compressão tornando assim um material que resistisse a áreas relacionadas ao trânsito de pessoas como calçadas, passarelas e até mesmo ciclovias.

Palavras-Chave: Concreto permeável, Concreto poroso, Resistência.

I. INTRODUÇÃO

A urbanização no Brasil ocorreu de maneira acelerada e atrapalhada ao longo do século XX, isto se deve à grande parte da população rural que migrou para as cidades em busca de novas oportunidades. As cidades não estavam prontas para receber tal população, havia falta de planejamento, e um dos problemas gerados foi com o saneamento básico, enchentes e inundações, poluição, elevação dos níveis de ruídos, e diversos outros [1].

É necessário ter uma drenagem urbana eficaz, para que não haja erosões, desbarrancamentos, altas velocidades das águas das chuvas nos pavimentos, assoreamento dos córregos, entre outros [2].

Entre as consequências da impermeabilização está a redução do nível do lençol freático que deixa de ser reabastecido pelas chuvas chegando a perdas de 10 a 50% das redes de abastecimento de águas nos grandes centros urbanos. A movimentação do fluxo de água na bacia também sofre alteração e com a retirada da vegetação o volume da evapotranspiração sofre redução impactando no equilíbrio térmico do ambiente [3].

Outro fator que deve ser levado em consideração para um mal funcionamento de um sistema de drenagem é em relação a falta de gerenciamento dos resíduos sólidos, que devido as chuvas podem ser transportados e são carregados para rios, bueiros, entupindo galerias e saturando as tubulações, podendo ocasionar alagamentos [4].

Um tipo de dispositivo capaz de reduzir volumes de escoamento superficial e vazões de pico a níveis iguais ou até inferiores aos observados antes da urbanização, redução do impacto da qualidade da água e dos sedimentos é o pavimento permeável [5].

O pavimento permeável é um dispositivo de infiltração da água, onde o escoamento superficial é desviado através de uma superfície permeável para dentro de um reservatório de pedras, por onde infiltra através do solo, podendo sofrer evaporação ou mesmo atingir o lençol freático [6].

Devido à sua alta porosidade, a resistência desse concreto pode ser mais reduzida, quando comparada ao concreto convencional. Por isso seu uso é muitas vezes limitado a áreas de tráfego leve ou pouco intenso [7]. O uso desta técnica teve início há mais de 150 anos, embora os estudos quanto a sua utilização tiveram mais avanços nos últimos 20 anos, principalmente nos Estados Unidos da América [8].

II. MATERIAIS E METODOS

Os materiais que compõem o tipo de concreto estudado nesta pesquisa são: Cimento, Brita e uma quantidade mínima de Água, a Figura 1 mostra os dois agregados selecionados antes da mistura, em algumas pesquisas verificou-se autores que utilizaram agregado miúdo em suas amostras, mas para esse trabalho não foi utilizado este tipo de agregado.



Figura 1: Agregados utilizados para a confecção do concreto permeável – 01) Cimento CP II Z-32, MIZU Super Forte; 02) Brita Zero.

Fontes: Autores, (2019).

II.1 CIMENTO UTILIZADO

O cimento utilizado neste trabalho é o modelo CP II-Z da marca MIZU, optamos por esse tipo de cimento com adição de material pozzolânico devido ser o cimento mais indicado para obras que contenham presença de água ou até mesmo marítimas e subterrâneas.

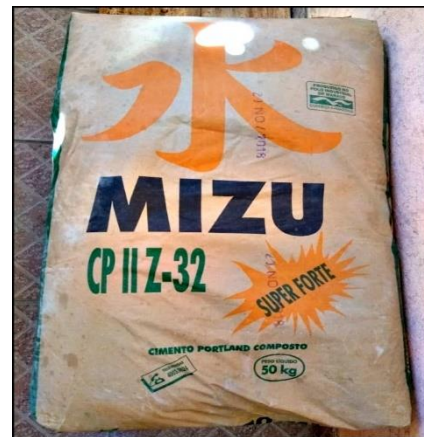


Figura 2: Cimento selecionado para esta pesquisa.
Fonte: Autores, (2019).

II.2 DETERMINAÇÃO DO TRAÇO ESCOLHIDO

Como ainda não há norma para a caracterização e dosagem do concreto permeável utilizou-se a forma empírica para chegar até o valor desejado que atendesse as normas para desempenho do material até atingir a resistência necessária. Na primeira etapa utilizamos o traço 1:4 sendo assim uma parte de cimento para quatro partes de brita e aguardamos sete dias em cura ambiente para levar os corpos de prova ao teste de ruptura. Já na segunda etapa utilizou-se do traço 1:3, composto de uma parte de cimento para três de brita e após sete dias em cura ambiente os corpos de provas foram levados ao teste de ruptura a resistência axial.



Figura 3: Agregados selecionados e separados antes da mistura
Fonte: Autores, (2019).

II.3 MOLDAGEM DOS CORPOS DE PROVA

Diferente do concreto convencional as moldagens dos corpos de prova foram feitas com o máximo de cuidado possível para que o material conseguisse o objetivo principal que é a eficácia na permeabilidade. Para isso ao moldar os CPS foram seguidas as seguintes etapas:

Ao invés de usar a haste de ferro após o preenchimento das três camadas como se faz na forma convencional utilizamos o método apenas na primeira camada da amostra.

Posteriormente foram dadas pequenas marteladas com a marreta de borracha ao redor da forma para que o material não adensasse mais que o necessário.

Por fim a extremidade superior do corpo de prova foi ajustada cuidadosamente com a ajuda de uma colher de pedreiro para que não houvesse pastes expostas que pudessem ludibriar o resultado do teste a compressão.



Figura 4: Processo de moldagem dos corpos de prova após a mistura dos materiais já citados a cima.

Fonte: Autores, (2019).

Na figura 5 mostra um corpo de prova após sete dias de cura ambiente antes de ser levado a prensa hidráulica, os CPs utilizados ficaram em média 168 horas sem serem movidos ou sob algum contato que pudesse prejudicar o resultado das análises.



Figura 5: Foto aproximada de um corpo de prova após sete dias de cura ambiente

Fonte: Autores, (2019).

II.4 RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO AXIAL

As rupturas dos corpos de prova foram executadas no Laboratório de Materiais de Construção do Centro Universitário do Norte (UNINORTE) com o auxílio da prensa elétrica da marca Contendo seguindo as especificações estabelecidas pela norma NBR 5739:2007.



Figura 6: Momento do processo de ruptura do corpo de prova na prensa elétrica I3025-B.

Fonte: Autores, (2019).

III. RESULTADOS E DISCUSSÕES

É importante ressaltar que devido o método de dosagem ser empírico na primeira etapa foram produzidos apenas 4 corpos de prova para verificar o resultado a compressão, após a análise da diferença obtida entre as amostras decidiu-se então na segunda etapa fazer 10 corpos de prova para ter uma média mais confiável do traço. A figura 7 mostra 11 CPs moldados aguardando em cura ambiente, mas apenas 10 foram levados ao teste de resistência mecânica.



Figura 7: Corpos de prova endurecidos após sete dias moldados no tamanho 10/20 centímetros seguindo as especificações.

Fonte: Autores. (2019).

III.1 VERIFICAÇÃO DO PESO OBTIDO PELOS CORPOS DE PROVA

Após todos os procedimentos de caracterização dos materiais e moldagem dos corpos de prova ao sétimo dia os CPs foram retirados das formas e pesados antes de serem levados à prensa elétrica para o teste de ruptura, a figura 8 mostra um corpo de prova sendo pesado em uma balança convencional.



Figura 8: Corpo de prova desenhado e pesado antes de ser levado ao teste de ruptura.

Fonte: Autores, (2019).

A tabela 1 mostra o resultado do peso obtido por cada corpo de prova na primeira etapa do traço 1:4 com 4 corpos de prova, podendo observar que a média entre as amostras foi de 3294,23 gramas e na segunda etapa do traço 1:3 contendo 10 corpos de prova a média entre eles foi de 3264,59.

Tabela 1: Especificação do peso obtido por cada corpo de prova e comparação da média entre os traços.

PESO OBTIDO POR CADA CORPO DE PROVA			
TRAÇO 1:4		TRAÇO 1:3	
Corpo de Prova	Peso (g)	Corpo de Prova	Peso (g)
CP 01	3308,2	CP 01	3314,3
CP 02	3248,5	CP 02	3216,9
CP 03	3325,9	CP 03	3308,5
CP 04	3294,3	CP 04	3304,8
		CP 05	3205,8
		CP 06	3138,6
		CP 07	3307,0
		CP 08	3205,7
		CP 09	3364,4
		CP 10	3279,9
Média 1:4	3294,23	Média 1:3	3264,59

Fonte: Autores, (2019).

III.2 RESISTENCIA A COMPRESSÃO AXIAL

A resistência a compressão axial foi obtida após sete dias de cura ambiente dos corpos de prova, a Tabela 2 mostra o resultado das duas amostras em duas unidades de medida diferentes, a primeira em Kgf e a segunda em MPa seguindo da média final obtida entre as amostras.

Tabela 2: Resistência a compressão dos corpos de prova em ambos os traços estabelecidos para esta pesquisa.

	Resistência à compressão AXIAL			
	TRAÇO 1:4		TRAÇO 1:3	
	(Kgf)	(MPa)	(Kgf)	(MPa)
CP 01	6530,0	8,32	11270,0	14,35
CP 02	5820,0	7,41	9280,0	11,82
CP 03	7290,0	9,28	9520,0	12,12
CP 04	6700,0	8,53	9760,0	12,43
CP 05			8770,0	11,17
CP 06			8820,0	11,23
CP 07			10430,0	13,28
CP 08			8390,0	10,68
CP 09			8700,0	11,08
CP 10			9700,0	12,35
	Média	8,39	Média	12,05

Fonte: Autores, (2019).

A Figura 9 mostra o resultado final da análise de etapa do teste de ruptura dos corpos de prova com a média estabelecida em MPa aos sete dias de ambos os traços. O resultado da amostra 1:3 foi considerada satisfatória para a equipe devido a resistência ser considerada boa ao se tratar da aplicação do material em áreas de trânsito de pessoas.



Figura 9: Gráfico da resistência média à compressão em MPa de cada traço confeccionado e rompido aos 7 dias.

Fonte: Autores, (2019).

A Figura 10 mostra um corpo de prova que não foi utilizado devido à má formação nas cavidades superior e inferior e ao lado um corpo de prova aberto após o teste de ruptura, é possível verificar as frestas existentes no interior da amostra.



Figura 10: Corpos de prova expostos após o teste de ruptura aos sete dias

Fonte: Autores, (2019).

IV. CONCLUSÃO

Este trabalho procurou desenvolver um traço de concreto permeável que suprisse as necessidades de áreas destinadas ao tráfego de pessoas devido ao grande problema existente em grandes cidades com a dificuldade do escoamento superficial de águas pluviais. As escolhas dos materiais utilizados foram adequadas para a realização da pesquisa, a cura ambiente foi satisfatória ao ponto de vista que no dia a dia é exatamente esse o processo de cura após a aplicação do concreto.

A partir do resultado entre a média obtida pela amostra 1:3 é possível concluir que este traço pode ser usado em lugares de tráfego considerado leve como calçadas destinadas a circulação de pedestres sem acesso a carros ou motocicletas, passarelas e até mesmo ciclovias. Existe outro fator que também deve ser levado em consideração que é a porcentagem de permeabilidade, mas para este trabalho o objetivo foi verificar o comportamento da resistência mecânica da amostra que mais se aproximasse as especificações da norma.

Para futuras pesquisas é preciso verificar e testar outros tipos de traços e diferentes agregados graúdos que possam ser utilizados como opções de materiais destinados a este mesmo tipo de concreto, bem como, testes de verificação da porcentagem de infiltração de água.

V. AGRADECIMENTOS

A todos os envolvidos para a confecção deste trabalho, em especial a coordenação do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário do Norte (UNINORTE/ LAUREATE), pela disponibilidade do Laboratório de Materiais de Construção, equipamentos e materiais utilizados.

VI. REFERÊNCIAS

- [1] Batezini, Rafael. Estudo preliminar de concretos permeáveis como revestimento de pavimentos para áreas de veículos leves. Dissertação de 72 Mestrado apresentado à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.
- [2] Botelho, Manoel Henrique Campos. Águas de Chuva: Engenharia das Águas Pluviais nas Cidades. 3 ed. São Paulo: Blucher, 2011. 297 p.
- [3] Tucci, C. 2007. Inundações urbanas. Porto Alegre: ABRH/RHAMA.
- [4] Hansmann, Henrique Zanotta. Descrição e Caracterização das Principais Enchentes e Alagamentos de Pelotas-RS. 2013. 61 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2013.
- [5] Araújo, Paulo Roberto de; TUCCI, Carlos E. M.; Goldefum, Joel A. Revista Brasileira de recursos Hídricos: Avaliação da Eficiência dos Pavimentos Permeáveis na Redução de Escoamento Superficial. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, p.21-29, jul. 2000.
- [6] Acioli, Laura Albuquerque. Estudo Experimental de Pavimentos Permeáveis para o Controle do Escoamento Superficial na Fonte. 2005. 162 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.
- [7] ACI COMMITTEE 522. Pervious Concrete (ACI 522R-06). Farmington Hills: American Concrete Institute, 2006.
- [8] Batezini, Rafael. Estudo preliminar de concretos permeáveis como revestimento de pavimentos para áreas de veículos leves. Dissertação de Mestrado apresentado à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.