ESTUDO DE PAVIMENTO NA BR-319 (AMAZONAS-BRASIL): CONCRETO PERMEÁVEL E SUAS PROPRIEDADES AMBIENTAIS

EVAILTON ARANTES DE OLIVEIRA[1]; MARIA JOÃO CORREIA DE S. GUERREIRO[2] e MARIA ALZIRA PIMENTA DINIS[3]

[1]Doutorando Universidade Fernando Pessoa-UFP, Praça 9 de Abril 349, 4249-004 Porto, Portugal, 35986@ufp.edu.pt;
[2]UFP Energy, Environment and Health Research Unit (FP-ENAS), Universidade Fernando Pessoa-UFP, Praça 9 de Abril 349, 4249-004 Porto, Portugal, mariajoao@ufp.edu.pt;
[3]UFP Energy, Environment and Health Research Unit (FP-ENAS), Universidade Fernando Pessoa-UFP, Praça 9 de Abril 349, 4249-004 Porto, Portugal, madinis@ufp.edu.pt

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC
Palmas/TO – Brasil
17 a 19 de setembro de 2019

RESUMO: As características próprias e intrínsecas da rodovia BR 319 exige um estudo aprofundado para o pavimento da mesma, o qual atenda as peculiaridades ambientais do local, Floresta Amazônica, haja vista que no inverno amazônico parte da rodovia fica inundada, completamente submersa, sujeita a erosões e interrupção do tráfego de veículos. O material mais eficiente para um pavimento que apresenta características ambientais de controle de enchentes é o concreto permeável, devido a sua porosidade natural, além dos aspectos ambientais e de sustentabilidade de absorção de dióxido de carbono (CO_2) da atmosfera, levando-se em consideração o fator do pH da água na estrutura porosa do concreto permeável, fenômeno natural denominado carbonatação, resultante da reação de componentes do cimento com a água, formando carbonato de cálcio e gerando absorção de CO_2 no ambiente, o que colabora para a redução do Efeito Estufa. A investigação abrangeu o estudo da ocorrência ou não de carbonatação no pavimento poroso, em amostras sujeitas a diferentes tipos de águas, sabendo que a carbonatação ocorre com pH básico, foram realizados experimentos de campo, em dois locais diferentes da rodovia BR-319 (Amazonas – Brasil), onde corpos de prova de concreto permeável elaborados com um traço de 1:4.4 com fator água/cimento de 0.3, foram monitorados através da leitura constante do pH e da temperatura, para comparação dos resultados com experimentos realizados em laboratório com água destilada, água ionizada alcalina, água com gás (CO_2) e água natural. Os resultados demonstraram um pH básico da precipitação e pouca ou nenhuma carbonatação, devido a um aumento de pH nas amostras, o que é um aspecto positivo, sob o ponto de vista de material inerte para a utilização deste pavimento na rodovia BR 319.
PALAVRAS-CHAVE: Carbonatação no Pavimento; Inundações em rodovias amazônicas; pH da precipitação na Região Amazônica.

PAVEMENT STUDY IN BR-319 (AMAZONAS-BRAZIL): PERVIOUS CONCRETE AND ITS ENVIRONMENTAL PROPERTIES

ABSTRACT: The inherent and intrinsic characteristics of the highway BR 319 requires a thorough study for the pavement of the same, which meets the environmental peculiarities of the place, Amazon Forest, since in the Amazonian winter part of the highway is flooded, completely submerged, subject to erosion and disruption of vehicle traffic. The most efficient material for a pavement that has environmental characteristics of flood control is the permeable concrete, due to its natural porosity, in addition to the environmental and sustainability aspects of the absorption of carbon dioxide (CO_2) from the atmosphere, taking into account the pH factor of water in the porous structure of the permeable concrete, a natural phenomenon called carbonation, resulting from the reaction of cement components with water, forming calcium carbonate and generating CO_2 absorption in the

environment, which contributes to the reduction of the Greenhouse Effect . The investigation covered the study of whether or not carbonation occurs in the porous pavement, in samples subject to different types of water, knowing that carbonation occurs at basic pH, field experiments were carried out at two different locations on the highway BR-319 (Amazonas - Brazil), where permeable concrete specimens made with a trace of 1: 4.4 with a water / cement factor of 0.3 were monitored by constant reading of the pH and temperature, to compare the results with laboratory experiments with water distilled water, alkaline ionized water, carbonated water (CO_2) and natural water. The results demonstrated a basic pH of the precipitation and little or no carbonation due to an increase in pH in the samples, which is a positive aspect from the point of view of inert material for the use of this pavement on BR 319 highway.
KEY WORDS: Carbonation in the Pavement; Floods on Amazon highways; precipitation pH in the Amazon Region.

INTRODUÇÃO

A pesquisa realizada neste trabalho científico para proposição do concreto permeável como pavimento viável a ser aplicado na rodovia BR 319, teve por base as propriedades de sustentabilidade do concreto permeável, conforme El-Hassan e Kianmehr (2017) e Bonicelli et al. (2016), pois seus resíduos podem ser reciclados para uso em diversas aplicações, segundo os estudos de Guntakal e Selvan (2017) e também, autores que testaram corpos de prova de concreto permeável fabricados com agregado reciclado, inclusive sob alta pressão, Lu, Y. et al. (2014).

Além das propriedades de sustentabilidade o concreto permeável apresenta propriedades ambientais de absorção de CO_2, o que colabora com a redução do Efeito Estufa, conforme Meggers et al. (2012). Dependendo do pH da água, ocorre ou não a carbonatação do cimento no concreto permeável, conforme Ho et al. (2018) e Kemache et al. (2017), e o seu efeito em materiais de concreto porosos, realizados por Branch et al. (2018) e Chang et al. (2018). Além disso, as exigências de sustentabilidade nas construções atuais, nos obriga a investigar materiais de concreto cujos resíduos possam ser reciclados, por influência dos autores Zhang e Xiao (2018).

A construção civil tende a utilizar cada vez mais, materiais com propriedades ambientais, que favoreçam o nosso Planeta Terra, conforme He et al. (2017), o que respalda o estudo realizado para a proposição do concreto permeável na rodovia BR 319.

Ensaios de campo, através de protótipos de concreto permeável, e ensaios de laboratório, com água destilada, água natural, água com gás e água alcalina, foram realizados com a finalidade de comparação estatística para verificar a variação do pH, segundo De Oliveira et al. (2018), a diferença de peso e a drenagem das amostras.

MATERIAIS E MÉTODOS

Protótipos foram construídos em oficina apropriada, com o aproveitamento de galões reciclados de PVC, com volume de 10 litros, o qual serviram de fôrmas para concretagem do concreto permeável a ser utilizado no experimento de campo na BR 319, conforme as Figuras 1 e 2.

Figura 1. Galão reciclado de 10 litros de PVC adaptado como fôrma para a concretagem de concreto permeável.

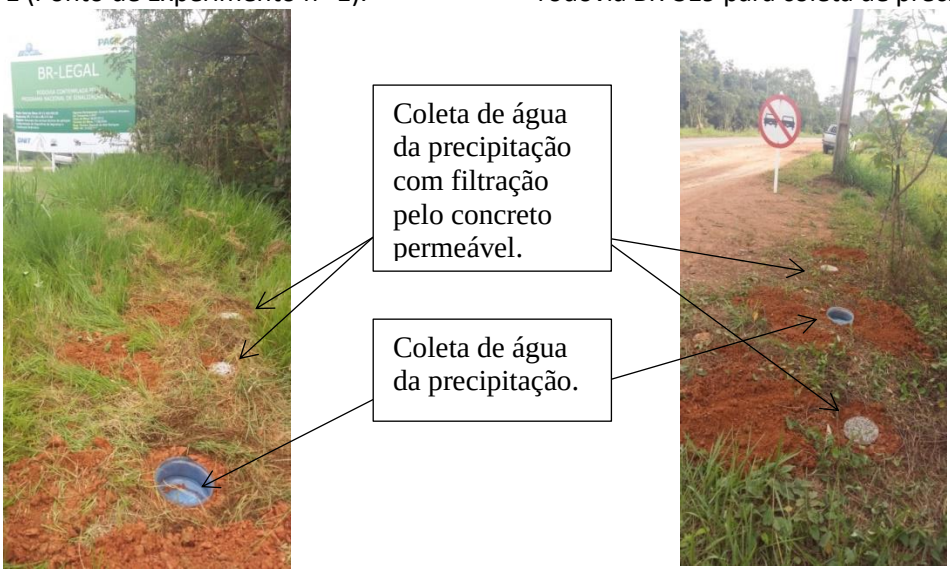
Figura 2. Protótipo de concreto permeável pronto para instalação na rodovia BR-319.

No protótipo a camada de concreto permeável possui 22 cm de diâmetro e 9 cm de espessura. O objetivo do protótipo é permitir a coleta de amostras de água da precipitação, com e sem filtração através

da camada de concreto permeável, acumulada no fundo do protótipo. O Ponto de Coleta nº 1 (PE-1) e o Ponto de Coleta nº 2 (PE-2) estão representados nas Figuras 3 e 4.

Figura 3. Protótipos instalados na rodovia BR-319 no PE-1 (Ponto de Experimento nº 1).

Figura 4. PE-2 (Ponto de Experimento nº 2) na rodovia BR-319 para coleta de precipitação.



Ao todo foram confeccionados 6 (seis) protótipos, para instalação em 2 pontos distintos da rodovia BR-319, cada ponto com 3 (três) protótipos para coleta de água pluvial da Região Amazônica.

A localização geográfica dos experimentos de campo PE-1 e PE-2 estão na Figura 5, conforme as coordenadas geográficas a seguir:

- PE-1 : 3º11’23.3’’S, 59º52’07.8’’W
- PE-2 : 3º15’33.3’’S, 59º51’18.8’’W

Figura 5. Localização geográfica do PE-1 é 3º11’23.3’’S, 59º52’07.8’’W e do PE-2 é 3º15’33.3’’S, 59º51’18.8’’W.

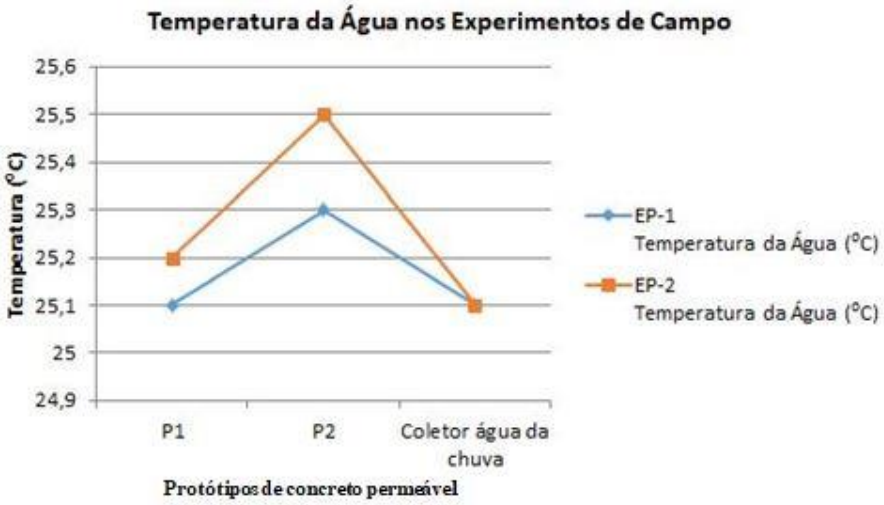
No laboratório foram realizados ensaios de medição de pH e temperatura das amostras de água coletas no campo, bem como ensaios paralelos com água destilada, água natural, água com gás e água alcalina, com a finalidade de comparação estatística.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme a Figura 6, os dados demonstram que ocorreu uma diferença de temperatura da água da precipitação nos locais de coleta EP-1 e EP-2, o que é perfeitamente normal, haja vista tratar-se de um experimento de campo sem qualquer controle laboratorial.

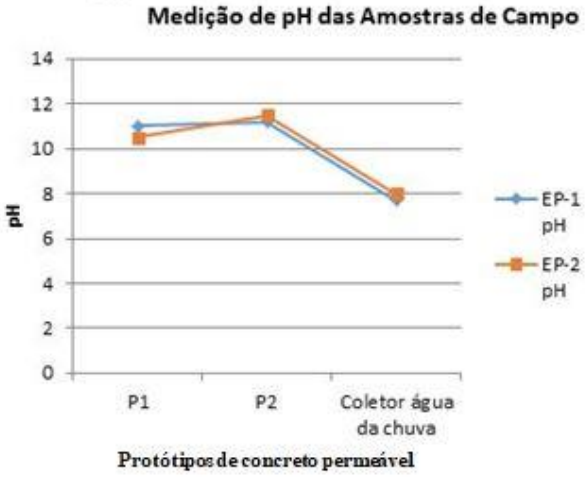
Naturalmente, as diferenças na temperatura se devem ao equilíbrio térmico entre os líquidos a serem filtrados e a massa de concreto permeável, que são diferentes em cada local, devido a influências do solo e até da exposição solar, que diferem nos locais EP-1 e EP-2 na rodovia BR-319.

Figura 6. Temperatura nos protótipos de campo nos locais EP-1 e EP2.



Conforme a Figura 7, a leitura de pH nos locais EP-1 e EP-2 foram bem homogêneas, o que era esperado. Interessante observar que a água da precipitação na rodovia BR-319 não é ácida, o que demonstra que a atmosfera do local não esta sendo influenciada por poluentes sulfurosos que causam a precipitação ácida. Nos dois locais EP-1 e EP-2 na rodovia BR-319 a coleta de amostras demostrou um aumento de pH da água da precipitação, quando filtrada pelo concreto permeável, o que colabora com o resultado dos experimentos de laboratório, que também apresentaram este resultado, de aumento de pH após a filtração. Provavelmente o aumento de pH se deve ao contato da água precipitada com a composição química da estrutura do cimento no concreto permeável.

Figura 7. Leitura de pH nos protótipos de campo nos locais EP-1 e EP2 da rodovia BR-319.



CONCLUSÃO

Os resultados alcançados nos ensaios de laboratório e de campo permitiram observar pouca ou nenhuma carbonatação no pavimento poroso, provavelmente devido ao aumento de pH nas amostras de água filtradas nos corpos de prova de concreto permeável, no campo e no laboratório, o que é um aspecto positivo para a utilização deste pavimento na BR 319, que pode assim ser utilizado como material inerte, livre das patologias da carbonatação. Estudos adicionais permitirão explorar o sequestro de CO_2 do pavimento de concreto permeável, através do uso de aditivos específicos que ainda estão em experimentação (De Oliveira et al., 2018).

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Fernando Pessoa (Porto – Portugal) pela orientação concedida e ao Departamento Nacional de Infraestrutura e Transportes – DNIT pelo apoio técnico durante a pesquisa.

REFERÊNCIAS

Bonicelli, A.; Arguelles, G. M.; Pumarejo, L. G. F. Improving Pervious Concrete Pavements for Achieving More Sustainable Urban Roads. Procedia Engineering,p.161-1568, 2016.

Branch, J. L.; Epps, R.; Kosson, D. S. The impact of carbonation on bulk and ITZ porosity in microconcrete materials with fly ash replacement. Advances in Materials Science & Engineering, p.103-170,2018.

Chang, H.; Mu, S.; Feng, P. Influence of carbonation on “maximum phenomenon” in surface layer of specimens subjected to cyclic drying-wetting condition. Cement and Concrete Research, p.103- 95,2018.

De Oliveira, E.A.; Dos Santos, M.F.; Souza, J.A.A.; Campos, A.M.L; Oliveira, M.P.S.L; Guerreiro, M.J.C.S; Dinis, M.A.P. Environmental Implications of pH in a Pervious Concrete Pavement on Highway BR-319, Amazonas, Brazil. Current World Environment Journal, Vol. 13, n. 2, p. 187-193, 2018.

El-Hassan, H.; Kianmehr, P. Sustainability assessment and physical characterization of pervious concrete pavement made with GGBS. MATEC Web of Conferences, p.120-701,2017.

Guntakal, S. N.; Selvan, S. Application of pervious concrete for pavements: a review. Rasayan Journal of Chemistry,n.10,p.1-32,2017.

He, Z.; Li, Y.; Zhang, W.; Ma, X.; Duan, L.; Song, H. Effect of re-carbonation on CO2 capture by carbide slag and energy consumption in the calciner. Energy Conversion and Management,p.148- 1468,2017.

Ho, L. S.; Nakarai, K.; Ogwa, Y.; Sasaki, T; Morioka, M. Effect of internal water content on carbonation progress in cement-treated sand and effect of carbonation on compressive strength. Cement and Concrete Composites,p.9-85,2018.

Kemache, N.; Pasquier, L.C.; Cecchi, E.; Moudhen, I.; Blais, J.F.; Mercier, G. Aqueous mineral carbonation for CO2 sequestration: From laboratory to pilot scale. Fuel Processing Technology, p.166-209,2017.

Lu, Y.; Chen, X.; Teng, X.; Zhang, S. Dynamic compreensive behavior of recycled aggregate concrete based on split Hopkinson pressure bar tests. Latin American Journal of Solids and Structures,v.11,p.131-141,2014.

Meggers, F.; Leibundgut, H.; Kennedy, S.; Oin, M.; Schlaich, M.; Sobek, W. Reduce CO2 from buildings with technology to zero emissions. Sustainable Cities and Society, v.2,v.1;p.29-36,2012.

Pade, C.; Guimarães, M. The CO2 uptake of concrete in a 100 year perspective. Cement and Concrete Research,v.37,p.1348-1356,2007.

Zhang, K.; Xiao, J. Time-dependent reliability analysis on carbonation behavior of recycled aggregate concrete based on gamma process. Construction and Building Materials,p.158-378,2018.