

## **ALTERNATIVAS DE ARTEFATOS SUSTENTÁVEIS PARA AS CIDADES DA REGIÃO AMAZÔNICA**

JACKSON CASCAES DUARTE<sup>1\*</sup>, JULIANA GUIMARÃES SIMÕES<sup>2</sup>,  
VALDETE SANTOS DE ARAÚJO<sup>3</sup>, CARLA SOUZA CALHEIROS<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Graduando em Engenharia Civil, UEA, Manaus/AM, jacadu1994@gmail.com

<sup>2</sup>Graduanda em Engenharia Civil, UEA, Manaus/AM, julianagsimoes@gmail.com

<sup>2</sup>Doutora em Engenharia de Transportes, UEA, Manaus/AM, eng.valdete@gmail.com

<sup>3</sup>Doutora em Engenharia de Transportes, UEA, Manaus/AM, carlasc2@hotmail.com

Apresentado no  
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2017  
8 a 11 de agosto de 2017 – Belém-PA, Brasil

**RESUMO:** Esta pesquisa teve como objetivo estudar artefatos de concreto sustentáveis e dar como alternativa para uso em construções na região Amazônica, especificamente placas confeccionadas de concreto permeável, utilizando materiais da região, para utilização em pavimentos de tráfego leve e áreas externas de residências. O concreto permeável possui característica de infiltrar as águas pluviais, pois tem alto índice de porosidade, podendo assim diminuir riscos de acidentes nos pavimentos que utilizam este material e também tem a função de drenar essas águas de forma correta sem acumular água na superfície do pavimento, podendo também ajudar a coletar essa água, tratar e reutilizá-la. O concreto permeável é um material de fácil produção e não tem custo superior a concretos comuns. Neste trabalho, o concreto produzido foi confeccionado com materiais fáceis de ser encontrados no comércio local da região, seixo rolado e cimento Portland do tipo IV. O traço do concreto foi de 1:4:0,4 (aglomerante:agregado graúdo:a/c). O concreto produzido apresentou boa infiltração, porém obteve resistência à compressão axial bastante abaixo do que é exigido por norma para pavimentos de tráfego leve. Um estudo utilizando adições na pasta seria uma alternativa para melhorar essa característica mecânica e garantir os requisitos que a norma estabelece.

**PALAVRAS-CHAVE:** artefatos de concreto, concreto permeável, sustentabilidade.

## **ALTERNATIVES OF SUSTAINABLE ARTIFACTS FOR CITIES IN THE AMAZON REGION**

**ABSTRACT:** This research had as objective to study sustainable concrete artifacts and to give as an alternative for use in constructions in the Amazon region, specifically slabs made by pervious concrete, using materials of the region, for use in pavements of light traffic and external areas of residences. The pervious concrete has a characteristic of infiltrating the rainwater, because it has a high porosity, which can reduce the risk of accidents in the pavements that use this material and also has the function of draining these waters correctly without accumulating water on the pavement surface, and can also help collect, treat and reuse water. The pervious concrete is a material of easy production and has no cost higher than common concrete. In this study, the concrete produced was made with materials that are easy to find in the region, pebble and Portland cement. The dosage of the concrete was 1:4:0,4 (cement:aggregate: a/c). The concrete produced had good infiltration, but obtained axial compression resistance well below what is required by standard for light traffic pavements. A study using additions in this concrete would be an alternative to improve this mechanical characteristic and to guarantee the requirements that the standard establishes.

**KEYWORDS:** concrete artifacts, pervious concrete, sustainability.

## **INTRODUÇÃO**

A construção civil é uma área que cresce continuamente, os avanços tecnológicos são visíveis com o tempo. Essa área trabalha diretamente com a modificação do ambiente e também explora os recursos naturais para utilizar nas construções. De acordo com Lauriano (2013), o setor da construção civil é denominado como o mais ambientalmente impactante que, dentre outros fatores, atinge um consumo de 75% dos recursos naturais mundiais. As pesquisas científicas na área da engenharia civil passam a ser fundamentais em função da demanda por parte da sociedade e dos agentes governamentais e empresariais na busca da otimização de parâmetros ambientais para o desenvolvimento e operação do meio construído.

Artefatos de concreto ou cimento são produtos produzidos basicamente a partir desses materiais e que fazem parte do dia a dia e podem se apresentar em forma de blocos, maciços e vazados, para alvenaria, pavers, balaústres, placas, telhas entre outros. Essas peças são utilizadas em construções e são de fácil produção, pois é necessário apenas moldes e o próprio concreto, obviamente é necessário um controle de qualidade, mas o mínimo é esse.

Hoje em dia, é possível fazer edificações mais baratas e rápidas de serem construídas utilizando artefatos de concreto, e essa é uma alternativa para os governos de garantir habitação para a população, e na região Norte e Nordeste esse é um problema a ser vencido. Logo, o estudo desses artefatos é justificado e principalmente porque eles podem ser feitos a partir de concretos com resíduos incorporados.

Os artefatos sustentáveis são aqueles produzidos através de resíduos, diminuindo a quantidade a ser descartada no meio ambiente, ou também aqueles que possuem alguma finalidade sustentável. Existem inúmeros tipos de artefatos sustentáveis hoje em dia, mas ainda faltam estudos para atestar a qualidade dos mesmos. Alguns exemplos que podem ser citados podem ser: blocos de papercrete para vedação, que são produzidos a partir de concreto com papel incorporado, um papel que seria descartado e blocos e pavers feitos de concreto com plástico ou qualquer resíduo que acrescenta característica ao concreto ou que não interfira em suas características básicas, mecânicas e físicas, sendo apenas incorporado para que o resíduo não seja descartado no meio ambiente, etc. E um artefato também com função sustentável são aqueles produzidos a partir de concreto permeável.

O concreto permeável é um material com porosidade elevada, que proporciona uma alta taxa de infiltração no mesmo, é o oposto do que se busca em um concreto comum, o menor índice de vazios. Podem ser feitas, com este concreto, placas ou pavers para pavimentos com objetivo de drenar as águas pluviais e superficiais, e uma alternativa que pode ser utilizada em habitações é a de coletar essa água permeada e reutilizar para serviços domésticos, visando a sustentabilidade. Este concreto ainda não tem normatização no Brasil, porém já tem sido estudado há alguns anos e mostra ótimo desempenho para o que é proposto. Esse material não é tão diferente de um concreto comum, os materiais são os mesmos, aglomerante, agregados miúdo e graúdo, água e adições. O que precisa ser observado na produção deste é que a quantidade de vazios deve ser alta, mas sem comprometer as características exigidas para a finalidade do produto, aliás, quanto maior a quantidade de vazios, menor é a resistência do concreto, é preciso buscar um meio termo.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

O tipo de artefato escolhido para estudo e possível alternativa de uso em construções na região Amazônica foi a placa de concreto permeável para uso em pavimentos de tráfego leve. Para o objeto aqui em análise foi determinado que se fossem encontradas algumas das características físicas e mecânicas das placas de concreto permeável produzidas. As características físicas a serem encontradas são as seguintes: massa específica, índice de vazios, porosidade, absorção e infiltração. A característica mecânica é o conhecimento da resistência à compressão das placas.

No Brasil, o estudo do concreto permeável ainda é recente, assim não existe uma norma regulamentadora para produção e controle de qualidade de peças de concreto permeável, logo, a dosagem da mistura é puramente empírica, o que se deve fazer é observar a aparência da mistura e levar em consideração que o concreto precisa ser poroso, mas resistente. Para esta pesquisa, o traço escolhido foi determinado através de observações da mistura dos materiais, onde o mesmo é 1:4:0,4 (aglomerante:agregado graúdo:a/c), a escolha de não se utilizar areia foi através de comparação em literaturas, a maioria afirma que os concretos sem areia tem um desempenho melhor em relação à infiltração, assim o concreto produzido nesta pesquisa foi de basicamente agregado graúdo e pasta.

Para produção do concreto foi utilizado como agregado graúdo o seixo rolado, Figura 1, que é um agregado abundante na Região Amazônica, explorado nos leitos dos rios, muito utilizado em obras na região.

Figura 1 – Aparência do seixo rolado.



O seixo é um agregado natural, tem granulometria descontínua, textura lisa e de grãos arredondados. A fim de se obter uma granulometria contínua, com o propósito de se obter uma boa infiltração no concreto produzido, o seixo foi peneirado com as peneiras de aberturas de malha de 4,75 mm, 9,5 mm e 12,5 mm. Os grãos utilizados foram os que ficaram retidos nas peneiras de abertura de malha de 4,75 mm e 9,5 mm.

O aglomerante utilizado para a produção dos artefatos foi o cimento Portland do tipo IV. A escolha do aglomerante foi em função da sua grande oferta no comércio local, já que o intuito do trabalho é de dar como alternativa um material fácil de ser produzido tanto relacionado a economia, quanto a disponibilidade de material e mão de obra. A água utilizada na mistura do concreto foi a distribuída pela concessionária responsável local. Não se utilizou nenhum tipo de adição no concreto por conta da escassez de produtos no comércio da região.

A produção do concreto é simples. Foi utilizada uma betoneira para fazer a mistura dos materiais e produzir o concreto, Figura 2. A ordem de colocação e o processo de mistura dos materiais no equipamento foi a seguinte: seixo, parte da água, mistura, cimento, mistura, restante da água.

Figura 2 – Mistura dos materiais na betoneira.



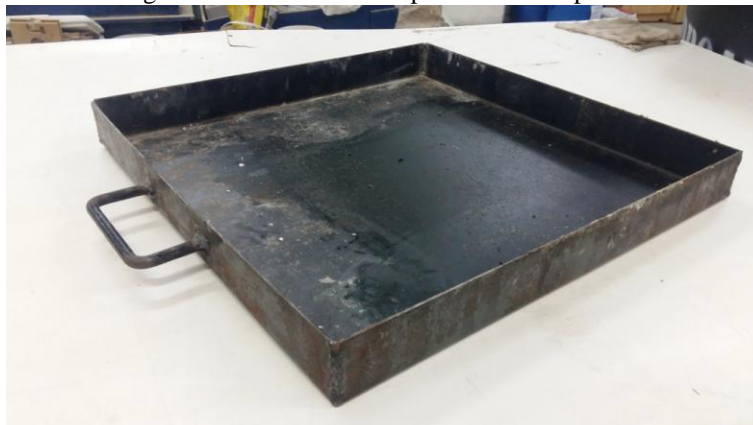
O concreto permeável, segundo literatura consultada, precisa ter uma aparência metálica e a pasta precisa cobrir toda a superfície dos grãos, como pode ser visto na Figura 3.

Figura 3 – Aparência do concreto permeável fresco.



Foram produzidas placas na dimensão de 30 cm x 30 cm x 5 cm em formas metálicas, Figura 4, para serem submetidas aos ensaios laboratoriais para o estudo das suas características físicas e mecânica.

Figura 4 – Forma utilizada para moldar as placas.



## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Primeiramente, observou-se que o seixo não é um agregado adequado para produção de concreto permeável, pois o mesmo, por ter a superfície dos grãos lisa, não tem aderência suficiente da pasta o que acaba segregando os grãos facilmente, consequentemente a resistência à compressão das peças é diminuída, e através de ensaios iniciais, o resultado dessa resistência foi bem menor que o indicado por norma para pavimentos, onde, para o tráfego leve, as peças deveriam ter no mínimo 35 MPa de resistência à compressão.

Um ponto positivo das peças confeccionadas foi que a infiltração observada foi boa, como pode ser visto na Figura 5.

Figura 5 – Teste básico de infiltração das peças de concreto permeável.



## CONCLUSÕES

Pôde-se determinar com o estudo realizado que o concreto permeável produzido com os materiais da região Amazônica e comuns no comércio local não obteve bons resultados em relação à resistência à compressão axial, não alcançando desempenho mínimo para que as placas produzidas fossem utilizadas em pavimentos para tráfego leve, no caso, estacionamentos. Por outro lado, os artefatos produzidos apresentaram boa característica permeável, atendendo ao objetivo proposto pelo concreto estudado.

Alguns estudos futuros podem ser realizados incorporando adições na pasta para melhorar o desempenho mecânico das peças, e também substituir o seixo por brita, que tem forma lamelar e superfície rugosa, o que influenciaria em um bom desempenho do concreto.

## AGRADECIMENTOS

À FAPEAM pela concessão de bolsa de pesquisa e à UEA por possibilitar a realização da pesquisa.

## REFERÊNCIAS

- BATEZINI, R. Estudo preliminar de concretos permeáveis como revestimento de pavimentos para áreas de veículos leves. Dissertação – EPUSP, São Paulo, 2013.
- LAMB, G. S. Desenvolvimento e análise do desempenho de elementos de drenagem fabricados em concreto permeável. Dissertação - UFRGS, Porto Alegre, 2014.
- MARMORE, I. A. P.; LINS, L. N. Placas pré-moldadas de concreto permeável aplicado na construção civil. Artigo científico, IBRACON (58º CBC), Minas Gerais, 2016.
- MESSIAS, I. M.; ARAÚJO, V. S.; CALHEIROS, C. S. Análise do desempenho de pavimento intertravado permeável – estudo de caso. Artigo científico, CONEMB, Santa Catarina, 2015.
- PEREIRA, K. K.; BARBOSA, M. C. Desenvolvimento de composição de concreto permeável com agregados oriundos de resíduos de construção civil da região de campinas. Artigo científico, PUC Campinas, São Paulo, 2015.