

DESENVOLVIMENTO DE PLACAS EM CONCRETO PARA PAVIMENTO SUSPENSO EM INDÚSTRIA COM ADIÇÃO DE FIBRAS EM POLIÉSTER E CATALISADOR CRISTALINO

Davyson Conceição Santos
davyson.tj@hotmail.com

Flávio Oliveira Santana
flavio.eng16@gmail.com

Nayara Bispo Barros
nayara_bb@hotmail.com

Tainar Rodrigues dos Santos
tainarrodrigues@outlook.com

Silvia do Amparo Soares
silviasoares.amp@gmail.com

Thiago Augustos Remacre Munareto Lima
thiago.remacre@gmail.com

Resumo – Em virtude do grande uso do concreto, surgiram diversas manifestações patológicas proveniente de diversos fatores. Por ser um material suscetível a formação de fissuras, houve a necessidade de estudos que pudessem estender a vida útil dessas estruturas, mantendo inalterada ou alterando de maneira minimalista a sua capacidade ao suporte de cargas. Diante disso, o presente projeto visa analisar a eficiência das fibras a base de poliéster a restringir a abertura e propagação da fissura em pavimentos aplicados em pátios industriais, posteriormente através do mecanismo de cicatrização autógena um possível concreto com propriedades cicatrizantes, a fim de erradicar ou minimizar os eventuais gastos exacerbados com reparo e manutenção de estruturas. Foi observada mediante os ensaios realizados nas amostras com a fibra a base de poliéster pouca propagação das fissuras e uma resistência considerável. Por fim, o molde foi confeccionado e considerado eficiente em suas moldagens, podendo assim dar continuidade a pesquisa.

Palavras-Chave: Cicatrizantes. Fissuras. Manifestações patológicas. Molde. Propagação.

INTRODUÇÃO

A construção civil é de suma importância

para o desenvolvimento da humanidade. Em virtude do grande uso do concreto, apareceram diversas manifestações patológicas provenientes da má preparação, do descuido, da falta de conhecimento ou até mesmo por causas químicas ou externas. Principalmente pelo elevado custo para fazer as devidas manutenções, seja ela corretiva ou preventiva.

De acordo com Takagi (2013), os pavimentos cimentícios é um material muito vulnerável à formação de fissuras, estando o comprometimento de sua durabilidade diretamente ligado a abertura da fissura, consequentemente sendo necessário reparo.

Em função dos problemas ocorridos pela falta de manutenção e até mesmo o custo elevado para se executar essas manutenções, houve a necessidade de estudos que proporcionasse maior vida útil para as estruturas de concreto, mas sem afetar as suas principais características. O concreto reforçado com fibra vem alcançando patamares interessantes em linhas de pesquisa e na indústria da construção civil, onde são aplicados em peças pré-fabricadas, como tubos pluviais, sistema de contenção, como túneis e taludes, e também em elementos estruturais, como os pisos industriais (FIGUEIREDO, 2011).

No estudo realizado por Alazhari M., et al. (2017), foi a primeira amostrar que não se trata apenas de ter os compostos para gerar a cura, mas devem ser dosados de forma a assegurar

um número mínimo de esporos bacterianos para garantir a quantidade de células necessárias para colaborar com o processo decicatrização.

Para moldar os corpos de prova quadrados, foi necessário confeccionar fôrmas metálicas com as dimensões e características adequadas para tal. De acordo com Nazar (2007), existem diversos materiais que são utilizados na confecção de fôrmas, onde a sua utilização vai de acordo com a aplicação desejada, buscando maior eficiência.

Desta forma, os objetivos do presente trabalho são: confeccionar molde metálico capaz de proporcionar um melhor desmolde e travamento entre as placas, e analisar a eficiência das fibras a base de poliéster a restringir a abertura e propagação da fissura em pavimentos aplicados em pátios industriais.

MATERIAL E MÉTODOS

Preparação do traço e moldagem dos corpos de provas

Quando se trata de elementos de concreto é de fundamental importância a preparação de um traço que permita avaliar as características que tal mistura irá possuir, tanto no seu estado fresco, quanto no seu estado endurecido. Essa preparação se dá pela dosagem dos materiais que compõe o concreto: Areia, brita, cimento, água e eventuais aditivos, de modo que exista uma proporcionalidade entre eles e que atenda aos pré-requisitos estabelecidos no projeto tais como: trabalhabilidade, durabilidade, resistência, adensamento etc. E ainda possuir o menor custo possível, para que a sua utilização seja economicamente viável.

No entanto se faz necessário estabelecer alguns parâmetros para o desenvolvimento desta mistura, na elaboração do traço que foi utilizado no decorrer desta pesquisa o Fck (Resistência Característica do Concreto) de 18 MPa, com o Sd (Desvio Padrão) de 4MPa, resultando assim em um Fcj (Resistência Característica aos 28 dias) de 25MPa. Com estes parâmetros

estabelecidos se fez necessário a realização dos ensaios de caracterização dos materiais.

Absorção da fibra

A fibra a base de poliéster usada no decorrer da pesquisa necessita ser entumescida para evitar que a mesma absorva a água de amassamento do concreto, que resultaria na alteração do fator água cimento (a/c) do traço calculado. E para obter o tempo ideal ao qual a fibra permaneça em água, houve a necessidade da realização do ensaio de absorção da mesma.

O ensaio de absorção foi realizado em intervalos de tempo de 4 em 4 horas e em uma temperatura ambiente, com o intuito de obter a absorção até as 24 horas, foram separadas 6 amostras, cada uma contendo 1g da fibra de poliéster, ao mesmo tempo foi adicionado 150 ml de água em todos os recipientes, utilizou-se um relógio para aferir o tempo em que as amostras permaneceram submersas em água, até que fossem realizadas as devidas pesagens. As amostras 1, 2, 3, 4, 5 e 6 foram pesadas ao fim das 4, 8, 12, 16, 20 e 24 horas respectivamente. Analisando os resultados, foi possível observar que no período de 8 as 16 horas a fibra apresentou pouca variação na absorção de água e passado esse tempo a mesma volta a absorver água com mais intensidade, como mostra o Figura 1.

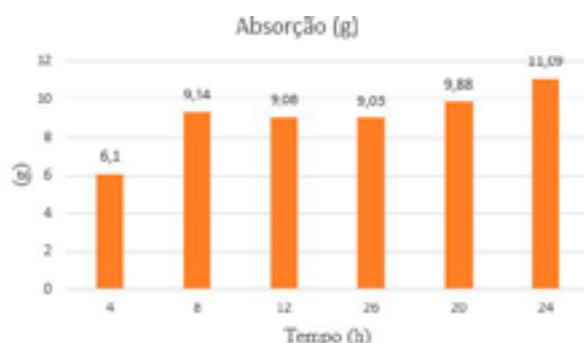


Figura 1 – Ensaio de absorção da fibra a base de poliéster
Fonte: Autor, 2019.

Preparação do traço base

Utilizando o método ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland), que estuda

a dosagem experimental do concreto fresco e endurecido. Com os dados encontrados, foi possível calcular o traço base apresentado na Tabela 1.

Com o traço base calculado foi possível obter a quantidade de material para ser utilizado na moldagem de 6 corpos de prova, no formato cilíndrico e com dimensões de 10 cm x 20 cm. Além da utilização do mesmo para o cálculo em porcentagem, da adição da fibra a base de poliéster.

Material	Consumo por m ³
Água	230
Cimento CP II F 32	389,8
Agregado miúdo	587,5
Agregado graúdo	1108,8

Tabela 1 – Composição do traço base (kg/m³)
Fonte: Autor, 2019.

Moldagem dos corpos de prova

O processo de moldagem e adensamento dos corpos de prova se deu com base na padronização da NBR 5738:2018 Moldagem e cura de corpos de prova cilíndrico. Inicialmente foram moldados 18 corpos de prova com a finalidade de corrigir o traço base, os mesmos sendo submetidos ao teste de carga com 7 e 28 dias. Com as devidas correções efetuadas teve início a moldagem dos corpos de prova controle, moldados em série de 6 amostras.

Cura dos corpos de prova

A cura é uma etapa muito importante no processo de composição do concreto, visto que a mesma tem a finalidade de evitar a evaporação da água de amassamento que foi adicionada na dosagem, sendo de fundamental importância para garantir a hidratação do cimento, se a água de amassamento for insuficiente resultará na perda de algumas propriedades físicas e mecânicas, pois o processo químico que ocorre entre o cimento e a água será dificultado, impedindo assim a formação do C-S-H (Silicatos de cálcio hidratados), que

tem grande influência nessas propriedades. Para o projeto vigente o processo de cura foi efetuado conforme padrões estabelecidos na NBR 5738:2018 Moldagem e cura de corpos de prova cilíndrico.

Adição da fibra a base de poliéster no concreto

A adição da fibra no concreto vem ganhando forças no cenário da construção civil, elas podem ser utilizadas como forma de reforço de estrutura como pode ser citada a fibra de carbono, podem ser utilizadas em concretos que serão expostos a altas temperaturas, ao exemplo da fibra de polipropileno, como também para evitar a retração, nesta pesquisa a fibra a base de poliéster foi utilizada com a finalidade de inibir ou reduzir a espessura das fissuras no concreto, como mostra a Figura 2 a mesma foi adicionada com base na massa total do concreto em porcentagens de 0,05%, 0,075% e 0,1%, com o propósito de analisar a quantidade adicionada que menos influenciaria na resistência mecânica do concreto.



Figura 2 - Fibra a base de poliéster
Fonte: Autor, 2019.

Confeção e moldagem das placas

• Confeção dos moldes

Após obter os resultados da resistência a compressão e da adição ideal de fibra para que a mesma não se alterasse, do traço desenvolvido, com a confeção e teste decarga em corpos de prova cilíndrico, a próxima etapa foi a moldagem das placas e para tal foi necessário a confeção das formas.

Como protótipo inicial foram modelados e confeccionados dois diferentes modelos para teste, o primeiro com bordas mais simples, mas que no processo de aplicação precisaria inserir parafusos em seus encaixes, impedindo assim que a peça deslizasse uma sobre outra com o decorrer do tempo, como mostrado na Figura 3.

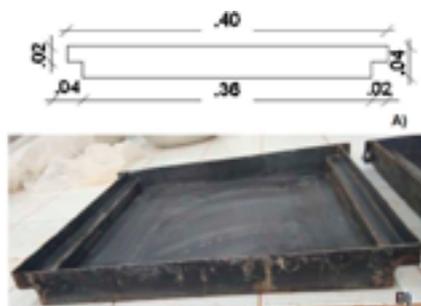


Figura 3 - Protótipo 1: A) desenho; B) confeccionado 40cmx40cm
Fonte: Autor, 2019.

E o segundo modelo, com as bordas mais elaboradas de uma forma que não precisaria de parafusos, pois uma peça se encaixava na outra facilitando o travamento, como mostra na Figura 4. Ambos os protótipos foram avaliados após a concretagem e desforma como sendo ineficiente.

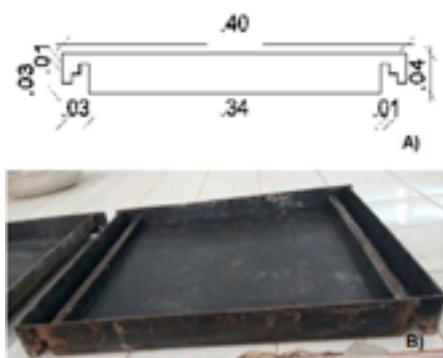


Figura 4 - Protótipo 2: A) desenho; B) confeccionado 40cmx40cm
Fonte: Autor, 2019.

O processo para moldagem das placas se deu da mesma forma que nos corpos de prova cilíndricos, com base na padronização da NBR 5738:2018 Moldagem e cura de corpos de prova cilíndrico, com a pesagem dos materiais para um corpo de prova retangular (Placa).

Após a concretagem das placas, essas foram

envelopadas com plástico filme e permaneceu em seu processo de cura inicial por três dias, passado este tempo apenas uma das placas foi desmoldada e colocada em um tanque com água, pois não foi possível desmoldar a placa da Figura 5. Sendo está desmoldada apenas como o rompimento do molde. Posteriormente foi moldada mais uma placa do modelo mais simples para a verificação dos encaixes como mostra a Figura 6.



Figura 5 - Placa do molde 2
Fonte: Autor, 2019.



Figura 6 - Verificação dos encaixes
Fonte: Autor, 2019.

Após análise dos encaixes e discussão com o orientador, notou-se que os mesmos seriam ineficientes para realizar o travamento, sendo necessário fazer o intertravamento entre as quatro bordas da placa e não apenas em duas bordas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

• Reformulação e moldagem do novo molde

Após análise dos encaixes foi necessário a reformulação e confecção de um novo molde para teste, onde o objetivo deste novo protótipo foi sanar os problemas e dificuldades observados nos protótipos iniciais, como dificuldades no

processo de desmolde, a necessidade de um melhor intertravamento entre as peças, com o exemplo do protótipo 1, onde está seria travada por parafusos.

Para sanar estes problemas, no terceiro protótipo foram adicionadas dobradiças em suas extremidades, possibilitando a aberturas destas, além da adição de uma tampa, com o intuito de proporcionar um melhor acabamento em ambas as faces e a inserção de suportes metálicos, que permitirá o intertravamento entre peças, pois estes elementos após ser retirados deixa o espaço necessário para o travamento, como mostra a Figura 7.



Figura 7 - Protótipo ideal
Fonte: Autor, 2020.

Neste projeto a resistência característica do concreto calculado a partir da caracterização dos materiais é de 18 MPa e a resistência característica aos 28 dias pretendida foi de 25 MPa. Após a confecção e cura dos corpos de prova controle, estes foram submetido ao ensaio de compressão axial a fim de confirmar o traço calculado, obtivendo assim o f_{cj} médio para cada porcentagem apresentado na Figura 8.

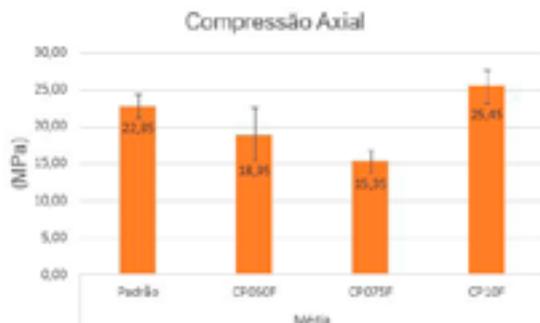


Figura 8 - Resistência a compressão do traço Padrão: Sem adições; CP075F: Com adição de 0,075% de fibra; CP10F: Com adição de 0,1% de fibra.
Fonte: Autor, 2019.

CONCLUSÕES

Apesar de não ter sido possível atingir integralmente o objetivo proposto, desenvolver pavimentos para aplicação industrial, com propriedades autocicatrizantes, com a utilização de fibras a base de poliéster e catalisador cristalino, além de avaliar a eficiência desta fibra ao restringir fissuras.

Dados importantes foram obtidos, como a quantidade ideal de fibra a base poliéster a ser adicionada à mistura, onde resultados mostraram que a adição desta fibra, no valor de 0,1% da massa total de materiais, manteve a resistência à compressão axial obtida nos ensaios dos corpos de prova controle. Além de definir o molde ideal para a confecção das placas. A partir disso, futuros trabalhos podem ser realizados utilizando essa dosagem de fibra a base de poliéster para o estudo mais direcionado da autocicatrização e controle da abertura de fissuras.

REFERÊNCIAS

ALAZHARI M., et al.; Application of expanded perlite encapsulated bacteria and growth media for self-healing concrete. *Construction and Building Materials*. Amsterdã, v. 160. p. 610-619. 17, nov. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5738: Concreto – Procedimento para Moldagem e Cura de Corpos de Prova. Rio de Janeiro, 2015.

FIGUEIREDO, A. D. d. Concreto Reforçado com Fibras. 2011 248 f. Tese (Livre-Docência) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

KANELLOPOULOS, A.; GIANNAROS, P.; AL-TABBAA, A.; The effect of varying volume fraction of microcapsules on fresh, mechanical and self-healing properties of mortars. *Construction and Building Materials*. Amsterdã, v. 122. p. 577- 593. 9, jul. 2016.

NAZAR, Nilton. Fôrmas e escoramentos para edifícios: critérios para dimensionamento e escolha do sistema. 1. ed. São Paulo: Pini, 2007.

QURESHI T.S.; KANELLOPOULOS A.; AL-TABBAA A.; Encapsulation of expansive powder minerals within a concentric glass capsule system for self-healing concrete. *Construction and Building Materials*. Amsterdã, v. 121. p. 629-643. 18, jun. 2016.

TAKAGI, E. M. Concretos autocicatrizantes com cimentos brasileiros de escória de alto-forno ativados por catalisador cristalino. 2013. p. 130. Dissertação de mestrado em Engenharia de Infraestrutura Aeroportuária- Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campo.