DOSAGEM DE CONCRETOS PARA USO EM PLACAS DE PISOS ELEVADOS EXTERNOS[1]

PAIVA, J. A. C., Universidade Federal do Rio de Janeiro, e-mail: antonio_cpaiva@hotmail.com; COSTA, L. Z., Universidade Federal do Rio de Janeiro, e-mail: larissazanettecosta@yahoo.com.br; VARELA, W. D., Universidade Federal do Rio de Janeiro, e-mail: wendell@fau.ufrj.br; VELASCO, R. V., Universidade Federal do Rio de Janeiro, e-mail: reila@fau.ufrj.br

ABSTRACT

The raised floor technology for outdoor areas has a great potential to increase the performance (by the materials used) and the economic efficiency of the buildings (by the construction process), by allowing less costly interventions, such as access to facilities arranged in the free space between the raised floor and the slab. With NBR 15805 (ABNT,2010) enhanced the efficiency of construction leaving aside the empiricism previously practiced. However, there are still deficiencies in the execution and performance of the plate, especially with respect to its durability. The present paper aims to study the performance of precast concrete specifically designed for use in external raised floors with different configurations of materials and constituent elements in order to achieve improvements in durability and strength. It is studied the incorporation of steel fiber and recycled aggregates of concrete residues, the latter focusing on environmental issues. This study serves as a basis for a broader study of the performance of plates with these materials and with different thicknesses, shapes and armor positions traditionally used in this type of plate.

***Keywords**: Steel fiber reinforced concrete. Recycled aggregate. Raised Floor.*

1 INTRODUÇÃO

O sistema de pisos elevados consiste em um conjunto de placas de concreto pré-moldadas que são encaixadas, uma do lado da outra, sobre pedestais, criando assim um vão entre o contrapiso e o piso – espaço que possibilita a passagem de instalações facilitando a manutenção predial. Essas placas são comumente fabricadas com 60cmx60cmx4cm e malha de aço de 5mm de diâmetro a cada 10cm. Segundo CRISTELLI (2010), esse reforço estrutural é caracterizado por possuir armadura na parte inferior da placa, combatendo os esforços de tração gerados pelos carregamentos, e armadura no terço superior das placas, controlando as fissuras causadas por retração hidráulica.

Quando usadas em áreas externas, essas placas ficam sujeitas às intempéries e variações higrotérmicas ao longo de sua vida útil. Devido ao pequeno cobrimento do reforço estrutural, é comum que a armadura em aço que compõe a placa fique oxidada, causando perda de resistência e falha.

De modo geral, as falhas nessas placas de concreto se dão por fratura nos cantos das placas, pelo mau posicionamento das armaduras, e por deterioração do concreto poroso devido à lixiviação de água da chuva e,

[1] PAIVA, J. A. C., COSTA, L. Z., VARELA, W. D., VELASCO, R. V. Dosagem de concretos para uso em placas de pisos elevados externos. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17., 2018, Foz do Iguaçu. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2018.

consequente oxidação das armaduras.

Neste trabalho será estudado, a partir de diversas configurações testadas, o material concreto mais adequado ao uso nas placas para piso elevado externo, buscando um ganho de durabilidade e de resistência. Para isso, serão incorporadas fibras de aço de pequeno comprimento e/ou agregados reciclados de resíduos de concretos.

2 MATERIAIS

O cimento escolhido foi o CPV ARI com massa especifica igual a 2,95 g/cm^3. A areia é proveniente de rio, com dimensão máxima característica igual a 4,8 mm, módulo de finura igual a 2,45, e massa específica igual a 2,60 g/cm^3. A brita é proveniente de pedreira local, com dimensão máxima característica igual a 12,5mm, módulo de finura igual a 5,75 e massa específica igual a 2,65 g/cm^3. Utilizaram-se agregados reciclados de resíduos de concretos provenientes de britagem de corpos de provas, tendo o agregado reciclado graúdo diâmetro inferior a 12,5 mm e superior a 4,8 mm. O aditivo superplastificante era à base de policarboxilato modificado com nanosílica estabilizada, com teor de sólidos igual a 48,6%. As fibras de aço apresentavam diferentes tipos, comprimentos e teores.

A dosagem do concreto (Tabela 1) foi realizada de forma a se obter um concreto referência com resistência à compressão igual a 50MPa, aos 28 dias de idade. A relação água-cimento definida foi de 0,43.

Na primeira etapa da produção de concreto com adição de fibra metálica foram selecionados três diferentes tipos de fibras: ancorada (CFA1,0), ondulada (CFAO1,0) e reta (CFAR1,0). A fibra ancorada foi selecionada para a segunda etapa, em que a produção do concreto teve por objetivo avaliar diferentes teores de fibra: 0,5% (CRFA0,5), 1,0% (CRFA1,0) e 1,5% (CRFA1,5).

Em relação aos concretos utilizando agregados reciclados, produziu-se um concreto com substituição total do agregado graúdo natural pelo agregado graúdo reciclado (CAGR).

Tabela 1 – Proporcionamento dos materiais, em kg/m^3

Mistura	**Cimento (Kg/m^3)**	**A.M.N. (Kg/m^3)**	**A.G.N. (Kg/m^3)**	**Água (l/m^3)**	**Aditivo (l/m^3)**	**F. Aço* (%)**	**A.G.R. (Kg/m^3)**
Referência	480,01	612,65	979,10	206,99	2,02	-	-
CRFA 0,5	480,01	612,65	965,70	206,99	2,02	0,5	-
CRFA 1,0	480,01	612,65	952,30	206,99	2,02	1,0	-
CRFA 1,5	480,01	612,65	938,90	206,99	2,02	1,5	-
CAGR	480,01	612,65	-	203,18	2,02	-	877,68

* A.M.N. = agregado miúdo natural; A.G.N. = agregado graúdo natural; F. aço = fibra de aço; A.G.R. = agregado graúdo reciclado.

Fonte: Os autores

3 METODOLOGIA

3.1 Produção dos concretos

A produção dos concretos foi feita em betoneira com capacidade de 120 litros com procedimento de mistura mostrado no Quadro 1. A cura foi úmida até a idade de ensaio (7 e 28 dias).

Quadro 1 - Procedimento de mistura

Etapas	**Ordem**	**Tempo (minutos)**
1	Agregados	1
2	1/3 água	1
3	Cimento	2
4	1/3 água	1
5	Aditivo+1/3 água	5-6
6	Fibra	1

Fonte: Os autores

3.2 Produção do agregado reciclado

3.2.1 Britagem

Os agregados reciclados foram produzidos a partir da britagem de corpos de prova de concretos provenientes do laboratório. 120 corpos de prova cilíndricos de concreto de dimensões 10cmx20cm passaram por um britador de mandíbula grande e o material resultante por peneira 12,5mm (figura 1). O material não passante foi triturado em um britador de mandíbula menor e depois todo o material passou por peneira 4,8mm (figura 2). O material não passante nesta peneira totalizou 100kg de agregado reciclado graúdo e o passante 150kg de agregado miúdo. 90 corpos de prova cilíndricos de argamassa de dimensões 5cmx10cm foram utilizados para gerar 50kg de agregado reciclado miúdo.

Figura 1 – (a) Britador de mandíbula grande (à esquerda) e peneira 12,5mm (à direita) e (b) Britador de mandíbula pequeno.



(a)



(b)

Fonte: Os autores

Os corpos de prova de argamassa foram submetidos ao britador de mandíbula menor como britagem primária e então foram submetidos à passagem pela peneira 4,8mm. Os grãos não-passantes foram triturados em um britador de rolo até que todo o material fosse passante na peneira 4,8mm.

Figura 2 – (a) Britador de mandíbula pequeno e (b) peneira 4,8mm.



(a)



(b)

Fonte: Os autores

3.2.2 Caracterização

Os agregados reciclados foram caracterizados conforme as normas utilizadas para agregados naturais. Os ensaios de granulometria foram realizados conforme especificações da NBR 7211 (ABNT,2005). Os resultados mostraram que o agregado graúdo reciclado poderá substituir o material natural. O agregado miúdo reciclado de argamassa está dentro da zona utilizável como areia. Os valores médios de massa específica e absorção encontrados para o agregado graúdo reciclado foram respectivamente, 2,43g/cm3 e 1,8%.

3.3 Caracterização reológica

O ensaio de abatimento foi realizado utilizando o tronco de cone (figura 3), segundo a norma NBR NM 67 (ABNT,1998).

Figura 3 – Ensaio de abatimento do tronco de cone.



Fonte: Os autores

3.4 Caracterização mecânica

Os ensaios de resistência à compressão foram realizados segundo procedimentos adaptados da ABNT NBR 5739 (2007), em uma máquina de ensaio com capacidade de 150t, a uma velocidade de 0,02%/s, em corpos de prova cilíndricos de dimensões 10cm de diâmetro x 20cm de altura. Os ensaios de resistência à flexão foram realizados segundo procedimentos adaptados da ABNT NBR NM55 (1996), em uma máquina de ensaio com capacidade de 30t, a uma velocidade variável de 5kgf/s, 3kgf/s e 1 kgf/s, em corpos de prova prismáticos de dimensões 10cmx10cmx40cm. A figura 4 ilustra a configuração dos ensaios.

Figura 4 – Configuração dos ensaios: (a) resistência à compressão e (b) resistência à tração na flexão



(a) (b)

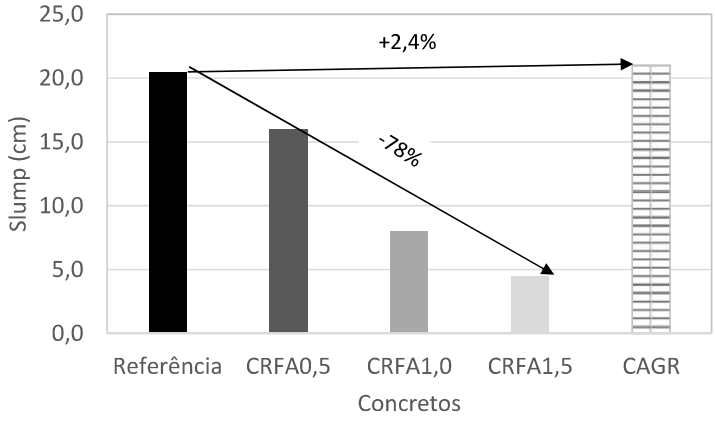
Fonte: Os autores

4 RESULTADOS

4.1 Comportamento reológico

Os valores de abatimento do tronco de cone estão apresentados na Figura 5. Com o aumento no teor de fibra, os valores de abatimento do tronco de cone sofreram uma redução na ordem de 78% para o concreto CRFA 1,5% em relação ao concreto referência. Entretanto, o concreto manteve-se trabalhável. Não houve alterações significativas com a utilização do concreto com agregado graúdo reciclado.

Figura 5 – Resultados de abatimento do tronco de cone.



Fonte: Os autores

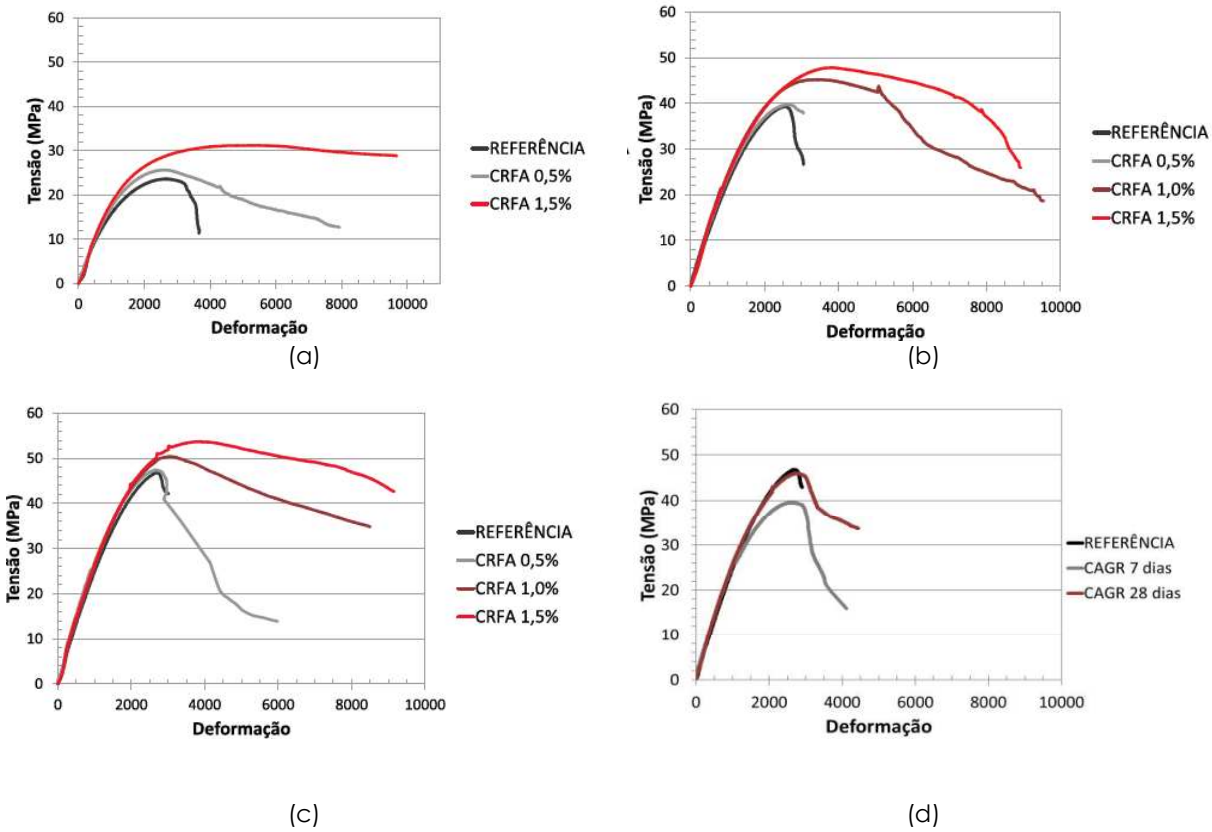
4.2 Comportamento sob compressão

A figura 6 apresenta as curvas tensão x deformação dos concretos reforçados com fibras de aço e com utilização de agregado graúdo reciclado.

As fibras de aço proporcionaram acréscimos significativos em todas as idades avaliadas. O concreto com teor de fibra igual a 1,5% obteve o melhor resultado. Além disso, observa-se o aumento na capacidade de deformação e absorção de energia com a utilização da fibra.

O concreto com agregado reciclado apresentou aos 28 dias valores de resistência à compressão similares aos obtidos para o concreto referência.

Figura 6 - Curvas tensão deformação: (a) com fibra de aço - 1 dia idade; (b) com fibra de aço - 7 dias; (c) com fibra de aço - 28 dias e (d) com agregado reciclado.

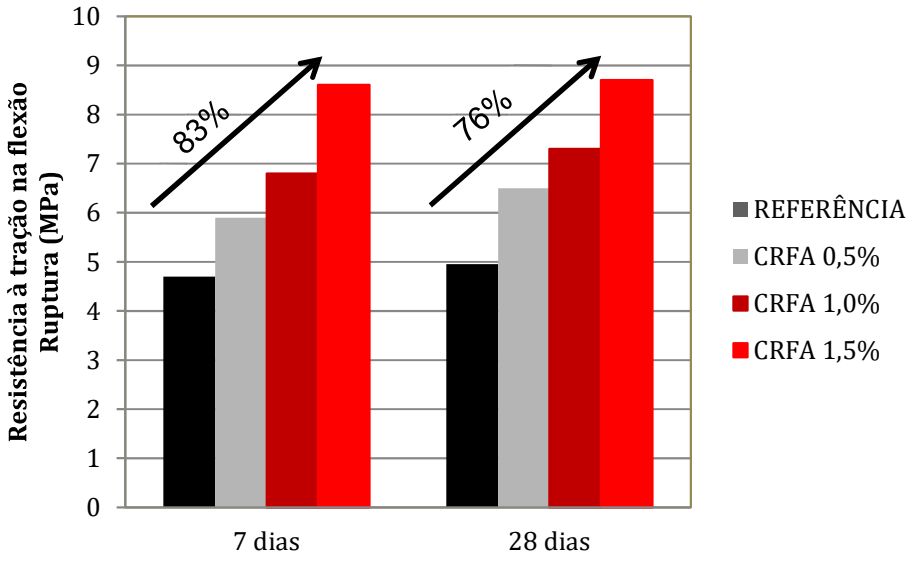


Fonte: Os autores

4.3 Comportamento sob tração na flexão

A figura 7 ilustra os resultados de tração na flexão obtidos para o concreto reforçado com fibras de aço.

Figura 7 - Valores de resistência à tração na flexão.



Fonte: Os autores

Há um aumento nos valores de resistência à tração na flexão com o aumento no teor de fibra, independentemente da idade avaliada. E ocorre tanto na resistência na ruptura quanto na resistência à primeira fissura. As fibras atuam interceptando as fissuras o que ocasiona os acréscimos observados.

5 ESTUDOS POSTERIORES

A proposta sequencial do trabalho, que se encontra em andamento, é avaliar placas de dimensões 15cmx60cm. Neste estudo serão avaliadas placas: (i) com fibras de aço, (ii) placas com barras de aço, (iii) com barras e fibras, (iv) sem fibras e sem barras. Cada conjunto de 6 placas acima descritos serão produzidos com duas diferentes espessuras 3cm e 4cm. Posteriormente, utilizando o melhor resultado obtido das variações de altura, fibra metálica e armadura, serão confeccionadas placas com dimensões 60cmx60cm, as quais serão submetidas a ensaios mecânicos e de durabilidade.

6 CONCLUSÕES

As fibras acarretaram alterações tanto no seu estado fresco quanto no seu estado endurecido. No que se refere aos resultados mecânicos, as fibras de aço proporcionaram acréscimos significativos em todas as idades avaliadas, principalmente no que se refere à resistência à tração na flexão. A fibra não só proporcionou ganho de resistência, mas também ductilidade ao material.

Embora tenha-se feito, por enquanto, somente um concreto com agregado reciclado, o resultado mostra a viabilidade do uso do agregado reciclado em substituição ao agregado natural. Tal proposta é positiva uma vez que se tem o reaproveitamento de corpos de prova do laboratório já rompidos e que seriam descartados.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelo auxílio com bolsa, aos funcionários e colegas pela ajuda nos ensaios e ao CETEM pela realização da britagem dos corpos de prova de concreto.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM55: **Concreto –** Determinação da resistência a tração na flexão de corpos-de-prova prismáticos. Rio de Janeiro, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7211: **Agregado para concreto** - Especificação. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5739: **Concreto –** Ensaio de compressão de corpos-de-prova. Rio de Janeiro, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15805: **Pisos elevados de placas de concreto** - Requisitos e procedimentos. Rio de Janeiro, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 67: **Ensaio de abatimento do tronco de cone**. Rio de Janeiro, 1998.

BERNARDES, M. **Tecnologia construtiva de piso elevado para áreas externas de edifícios.** Tese (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 221p. 2009.

CRISTELLI, R. **Pavimentos Industriais de concreto –** Análise do sistema construtivo. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) **–** Escola de Engenharia da UFMG. Minas Gerais, 2010.