ESTUDO DA DOSAGEM DE CONCRETO REFORÇADO COM FIBRAS DE POLIAMIDA E POLIETILENO PARA UTILIZAÇÃO EM PAREDES DE CONCRETO

OLIVEIRA, Alysson Gethe Gonçalves; SILVA, Hagar; FERNANDES, Daiane Cristina Silva; MURARI, Alexandre Rodriguez; BALDAN, Victor José dos Santos

(1) Engenharia Civil, Faculdades Integradas Einstein de Limeira, alysson_gethe@hotmail.com;

(2) Engenharia Civil, Faculdades Integradas Einstein de Limeira, hagarsilva@hotmail.com;

(3) Engenharia Civil, Faculdades Integradas Einstein de Limeira, d.aaiane@hotmail.com;

(4) Engenharia Civil, Faculdades Integradas Einstein de Limeira, alexandre.murari@usp.br;

(5) Engenharia Civil, Faculdades Integradas Einstein de Limeira, victor.baldan@usp.br.

Resumo: *O concreto em suas mais diversas aplicações é o material mais utilizado na construção civil, devido às suas propriedades mecânicas como elevada resistência à compressão, durabilidade e rigidez. Para melhorar a resistência à tração e a tenacidade, podem ser adicionadas ao concreto fibras, pois atuam como pontes de transferência de tensões através das fissuras, suprindo assim as deficiências da matriz. Desta forma, esse trabalho teve como objetivo estudar as dosagens e propriedades do concreto convencional reforçado com fibras de poliamida e de polietileno, apresentando as vantagens de utilização no concreto. Os resultados obtidos foram a partir de ensaios mecânicos realizados por meio de ensaios de compressão simples, compressão diametral, e absorção de água de cada dosagem. Verificou-se um aumento na resistência a tração nos traços de concreto reforçado com fibras de poliamida e de polietileno.*

Palavras-chave: *concreto, concreto reforçado com fibras, fibras poliméricas, construção civil.*

Área do Conhecimento: *Engenharia Civil – materiais de construção*

1 INTRODUÇÃO

O concreto é atualmente o material de construção mais utilizado no mundo, e está presente há muito tempo, sendo o segundo item mais utilizado em construções, sendo a água o primeiro item mais utilizado. (ISAIA, 2005).

Antigamente era muito utilizada a pedra como material de construção. (BOTELHO; MARCHETTI, 2015). A busca por um material que ligasse alvenarias de pedra fez com que a civilização romana utilizasse argila e cal como aglomerantes. (GUIMARÃES, 1997).

Esses descobrimentos impulsionaram a engenharia romana e possibilitaram adotar um novo material de construção, o *Opus Caementicuim*. Este, também conhecido como *caementum*, tem em sua composição uma cinza pozolânica que quando misturada á argamassa de cal, produz um material que tem características semelhantes ao cimento atual. (GUIMARÃES, 1997)

As cinzas Pozolânicas são uma mistura de pozonalas naturais e industriais com cimento, sendo estas rochas de origem vulcânica. A pozolana é um material que contém grande concentração de sílica e alumínio sem características aglomerantes.

Os romanos nomearam de *concretus* ou *concretum* as pedras que eram ligadas por *caementum*, dessa forma ficou conhecido como o concreto romano (GUIMARÃES, 1997).

Foi evidente o desenvolvimento tecnológico do concreto no período do Império Romano, porém esse conhecimento ficou esquecido no decorrer da Idade Média e tão somente foi resgatada em meados do século XVIII.

Desde o período romano foram criados uma infinidade de tipo de concreto, para se adequar com os mais diversos tipos de construções. Têm em sua composição uma imensa gama de cimentos, agregados e aditivos. O grande uso do concreto se dá ao fácil manuseio enquanto fresco e resistência após endurecido.

Enquanto fresco, o concreto apresenta maleabilidade e trabalhabilidade, se adequando a diversos formatos e moldes. Em seu estado endurecido, o concreto apresenta resistência mecânica, durabilidade e resistência a intempéries e ação da água.

Para obterem um resultado satisfatório é necessário se atentar a escolha adequada dos materiais, a elaboração do traço, a homogeneização, a aplicação e a cura correta da estrutura.

Atualmente usa-se o concreto em inúmeros setores, pois é um material de grande resistência e grandemente difuso, sendo encontrado nas construções de rodovias, de casas de alvenarias, de pontes, nos mais altos edifícios, nas usinas nucleares e hidrelétricas, até mesmo nas plataformas de extração de petróleo.

A utilização de fibras para reforço de estruturas remonta a época dos Romanos e Egípcios, mas era utilizada em argila. A utilização de fibras em estruturas de concreto com significativa importância começou somente na metade do século passado. (LINTZ; CARNIO, 2009)

Fibras são utilizadas por terem grande capacidade de absorção de energia, ductilidade, controle de fissuração e resistência às ações dinâmicas, de fadiga e de impacto. Sendo assim elas suprem necessidades de algumas deficiências do concreto. As fibras são fabricadas a partir de diversos tipos de materiais: metálicas, cerâmicas, poliméricas sintéticas ou naturais (FIGUEIREDO, 2011).

O concreto padrão apresenta um desempenho baixo quando submetidos a esforços de tração e tenacidade, não apresentando praticamente nenhuma deformação plástica, isso comparado ao concreto com fibras (CARNIO, 2009).

Sendo assim, as fibras quando adicionadas ao concreto aumentam significativamente a resistência à tração e tenacidade do concreto em estado endurecido, já que as fibras atuam como um meio de transferir tensões através das fissuras, suprindo assim as deficiências que o concreto simples apresenta (FIGUEIREDO, 2011).

Diversos tipos de fibras podem ser utilizados dependendo das necessidades especificas de estrutura, cada fibra tem suas características e se diferenciam entre si desde seu processo de fabricação, composição química e física, características mecânicas, resistência a meios agressivos, forma, (FIGUEIREDO, 2011).

Paredes de concreto são um sistema construtivo racionalizado, que permite fazer um planejamento completo e detalhado da obra. Com mão de obra qualificada e maior produção em menos tempo, melhoram os indicadores de produtividade e custo. Esse tipo de parede pode ser empregado em edificações com vários pavimentos e é um tipo de construção mais sustentável, limpo, versátil, isolante, além de ter patologias e custos reduzidos (FIGUEIREDO, 2005).

Este estudo faz a comparação entre dosagens de concreto simples, concreto com fibras de poliamida e concreto com fibras polietileno, apresentando os resultados de ensaio em laboratório de cada tipo de dosagem e suas vantagens e visa aplicar o concreto com fibras em edificações com paredes de concreto.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Para confecção dos corpos de prova para a realização dos ensaios foram utilizados os equipamentos do Laboratório de Materiais de Construção das Faculdades Integradas Einstein de Limeira. Foi utilizado o cimento Portland CP2 – Z32.

Com base em Pereira (2005) foram utilizados os seguintes traços:

- Sem fibras (referência): **1:2,85:3,15** com relação **água/cimento de 0,60**;

- Com fibras de poliamida: **1:2,85:3,15** com relação **água/cimento de 0,60** e **0,6% de fibras** em volume;

- Com fibras de polietileno: **1:2,85:3,15** com relação **água/cimento de 0,60** e **0,6% de fibras** em volume.

Foram confeccionados 12 corpos de prova para cada traço, sendo 6 por traço para realização dos ensaios de compressão simples e 6 por traço para realização dos ensaios de compressão diametral para obtenção da resistência a tração. A Figura 1 ilustra as etapas de confecção e cura dos corpos de prova.

Figura 1 – Confecção e cura dos corpos de prova





Fonte: Autores (2019)

2.1 Concreto padrão

Conforme Pinheiro (2012) o concreto é uma mistura uniforme de cimento com agregados graúdos e miúdos, ou seja, argamassa e agregado graúdo (cimento, água, areia e pedra).

Em seu estado endurecido, o concreto simples, em geral, apresenta resistência a compressão, baixa resistência a tração, e seu comportamento é frágil, rompendo com pequenas deformações.

O ensaio em laboratório realizado para este estudo possui as características de agregado graúdo com diâmetro de 19mm, agregado miúdo com diâmetro de 9,5mm, e traço 1:2,85:3,15 com relação água/cimento igual a 0,60.

2.2 Concreto reforçado com fibras de poliamida

As fibras de poliamida são constituídas por um polímero sintético. Estão divididas em dois tipos segundo a origem do polímero, que pode ser a poliamida 6 ou a poliamida 6.6, sendo também conhecidas como náilon.

O ensaio em laboratório realizado para este estudo possui as características de agregado graúdo com diâmetro de 19mm, agregado miúdo com diâmetro de 9,5mm, e traço 1:2,85:3,15 com relação água/cimento igual a 0,60 e porcentagem de fibras em volume igual a 0,6%.

2.3 Concreto reforçado com fibras de polietileno

O politereftalato de etileno (PET) é um dos poliésteres mais conhecidos, usado na atualidade como material de constituição das garrafas plásticas do tipo “PET”.

Todavia as fibras de polietileno, de peso molecular normal, têm um módulo de elasticidade baixo, são altamente resistentes aos álcalis e fracamente aderidas à matriz cimentícia.

O ensaio em laboratório realizado para este estudo possui as características de agregado graúdo com diâmetro de 19mm, agregado miúdo com diâmetro de 9,5mm, e traço 1:2,85:3,15 com relação água/cimento igual a 0,60 e porcentagem de fibras em volume igual a 0,6%.

2.4 Ensaios

2.4.1 Ensaios de compressão simples

O ensaio de compressão simples é a característica mecânica mais importante. Para estimá-la, são moldados e preparados corpos de prova segunda a NBR 5738 – Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova (ABNT, 2015), sendo estes utilizados no ensaio de acordo com a NBR 5739 – Concreto – Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos (ABNT, 2018).

Este ensaio é feito pelo método de compressão axial. Após a moldagem do corpo de prova, ele é armazenado em câmara úmida até atingir a sua resistência característica no 28º dia. Após esse tempo, o corpo de prova é encaminhado para o rompimento. A máquina universal de ensaios exerce uma força gradual de compressão sobre o corpo de prova até que venha a romper.

Após o ensaio de vários corpos de prova, obtém-se o gráfico com a Curva Estatística de Gauss, onde se encontram a resistência média do concreto à compressão e resistência característica do concreto à compressão.

2.4.2 Ensaio de compressão diametral

Este ensaio, desenvolvido por Lobo Carneiro em 1943, e conhecido internacionalmente como Ensaio Brasileiro.

Para a sua realização são moldados e preparados corpos de prova segunda a NBR 5738 – Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova (ABNT, 2015). O procedimento do ensaio é descrito na norma NBR 7222 - Concreto e argamassa - Determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos de prova cilíndricos (ABNT, 2011). Os corpos de prova são colocados com o eixo horizontal entre pratos da máquina de ensaio, e o contato entre o corpo de prova e os pratos deve ocorrer somente ao longo de duas geratrizes, onde são colocadas tiras de madeira padronizadas, sendo aplicada uma força, que varia de maneira uniforme e de forma crescente até a ruptura devido a tração indireta.

Nesse ensaio a seção de ruptura é fixada pelas condições de ensaio, obtendo-se o valor da resistência a tração por compressão diametral, gerando um gráfico Tensão x Distância a partir do topo, e absorção de água.

3 RESULTADOS

Os resultados dos ensaios de resistência a compressão simples, resistência a compressão diametral (tração) e absorção de água seguem no Quadro 1.

Quadro 1 – Resultados dos ensaios

Resultados	Sem fibras	Com fibras de Poliamida	Com fibras de Polietileno
Resistência a compressão simples – $f_{c,28}$ (Mpa)	32,2	26,8	26,6
Resistência a compressão diametral (tração) – $f_{t,28}$ (Mpa)	5,0	5,3	5,2
Absorção de água (%)	2,3	2,2	2,2

Fonte: Autores (2019)

Os corpos de prova permaneceram em processo de cura submersos em água por um período de 42 dias. Os ensaios de compressão simples e compressão diametral (tração) foram realizados após 45 dias da moldagem dos corpos de prova.

4 CONCLUSÃO

Os resultados dos ensaios de resistência à compressão, de resistência à compressão diametral e de absorção de água com os corpos de prova confirmam as resistências médias esperadas para os traços utilizados. Desta forma, estes traços podem ser considerados adequados para a avaliação das propriedades mecânicas dos corpos de prova com fibras de poliamida e polietileno.

A análise dos resultados dos ensaios de resistência a compressão diametral para obtenção da resistência a tração indica que a adição de fibra polimérica, poliamida e polietileno, ao concreto proporciona aumento na resistência à tração na flexão, e uma menor absorção de água. Em contrapartida houve um decréscimo na resistência a compressão simples (axial) dos traços com adição de fibras poliméricas em relação ao traço sem fibras.

Pode-se concluir que as fibras atuam como pontes de transferência de tensões, conferindo maior tenacidade e tornando o comportamento do concreto semelhante ao de um material dúctil.

5 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5738: Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova. Rio de Janeiro, 2015.

_____ NBR 5739: Concreto – Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2018.

_____ NBR 7222: Concreto e argamassa - Determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos de prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2011.

BOTELHO, M. H. C.; MARCHETTI, O. Concreto Armado Eu Te Amo. São Paulo, 2015, 1v.

CARNIO, M. A. Propagação de Trinca por Fadiga do Concreto Reforçado com Baixos Teores de Fibra. 2009. 145 p. Tese (Doutorado), Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.

CARNIO, M. A.; LINTZ, R. C.C. Concreto Projetado Reforçado com Fibras aplicado no revestimento de encostas, 2009.

FIGUEIREDO, A. D. Concreto com Fibras. Ed. G. C. Isaia. 1 ed. São Paulo, IBRACON, 2005, 2v. cap. 39, p.1195-1226.

FIGUEIREDO, A. D. Concreto Reforçado com Fibras. 2011. 248p. Tese (Livre docência), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

GUIMARÃES, J. E. P. A CAL: Fundamentos e Aplicações na Engenharia Civil. São Paulo: Pini, 1997.

ISAIA, Geraldo C. Concreto: Ensino pesquisa e realizações. São Paulo: IBRACON, 2005, 1v. 792p.

PEREIRA, C. H. A. F. Avaliação da influência da adição de fibras sintéticas ao concreto quanto ao ingresso de íons cloreto. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-graduação em Estrutura e Construção Civil, UnB, Brasília, 2005.

PINHEIRO, L. M. Estrutura de concreto. São Paulo, 2012.