

UTILIZAÇÃO DE FIBRA DE COCO COMO COMPONENTE PARA AUMENTAR A RESISTÊNCIA FINAL DO CONCRETO

Lucas Demarco Fiorentin
Engenheiro Civil, Unoesc
Erlí Raquel Zortea Andretta
Mestre, graduada em Engenharia Civil, Unoesc
Eduardo Roberto Batiston
Doutor, Mestre e Engenheiro Civil - Unochapecó

Resumo: A presente pesquisa teve como objetivo analisar se a incorporação de fibras de coco na produção do concreto influenciou em sua resistência à compressão e tração. Também foi analisado se a trabalhabilidade do concreto com adição da fibra de coco sofreu alguma influência. Para avaliar o comportamento do concreto com adição de fibra de coco, foram produzidas e avaliadas três diferentes composições de concreto. O primeiro tratamento correspondeu ao concreto sem qualquer fibra de coco; o segundo tratamento foi a composição do concreto com 72 g de fibras de coco, mas não foi especificado um comprimento padrão para as fibras; e por fim, o terceiro tratamento teve a mesma porcentagem de fibra de coco que o segundo, mas com um tamanho de fibra pré-definido em 25 mm. Através dos ensaios, foi possível observar um aumento da resistência a compressão e à tração apenas para o tratamento que possuía fibras sem tamanho definido, em comparação ao concreto sem fibra. Já a resistência da amostra de concreto que continha fibras com tamanho pré-definido, foi inferior a amostra de concreto sem fibra. Os resultados apontam para a utilização da fibra de coco no concreto, entretanto dentro das condições avaliadas.

Palavras-chave: Concreto. Fibra de Coco. Resistência a Compressão e à Tração.

1 INTRODUÇÃO

No passo em que a construção civil é considerada um dos setores que possui elevada importância nos aspectos sociais e econômicos do País, também é considerado um dos setores que mais geram impactos ambientais, devido à grande quantidade de resíduos gerados e do alto consumo de recursos naturais que servem, em sua grande maioria, como matéria prima para a produção de outros materiais como é o caso do concreto (SILVA et al, 2013).

Como o concreto é formado pela mistura estratégica de vários materiais, o que lhe garante o posto de material mais utilizado na construção civil, são algumas vantagens como: baixo custo, fácil confecção e flexibilidade de produção, possui elevada capacidade de se adequar a inúmeras condições de produção e de assumir variados formatos e tamanhos quando encontra-se no seu estado fresco, bem como forma um material rígido e consideravelmente resistente a esforços de compressão (FIGUEIREDO, 2011).

Apesar da utilização do concreto ser conhecida desde os tempos primórdios da Roma antiga, cada vez mais tem-se buscado alternativas que visem melhorar a sua aplicação e as suas propriedades finais, que muito são inerentes, ou melhor dizendo, resultantes das características de interação dos diferentes elementos que o constitui. Indo de encontro a esta situação, algumas alternativas encontradas atualmente e que vem sendo estudadas para melhorar as características do concreto, é a aplicação de fibras naturais juntamente a matriz de sua constituição (SILVA et al, 2013).

Tratando-se das fibras naturais, uma que é produzida de maneira elevada no País é a fibra de coco, que é um subproduto oriundo da produção da fruta da palmeira de coco. Estima-se que aproximadamente 10% da massa da fruta do coco seja constituída por fibras e em um País onde foi produzido aproximadamente 1,8 bilhão de frutos apenas no ano de 2017, tem-se uma estimativa aproximada de quase 180 mil toneladas de fibras produzidas. A maior parcela da produção da fruta do coco e conseqüentemente da fibra, é a Região

Nordeste do País (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 2018).

A fibra de coco mostra-se um material com propriedades que podem contribuir e melhorar algumas propriedades do concreto e nesta linha, alguns estudos já realizados sinalizam positivamente para a sua utilização em matrizes cimentícias (SILVA et al, 2013).

DESENVOLVIMENTO

MATERIAIS E MÉTODOS

Sendo este um trabalho experimental, foi avaliado a influência da fibra de coco no concreto, analisando se a sua interatividade com a matriz cimentícia provocou ou não aumento da resistência à tração e a compressão do concreto.

Todo o concreto ensaiado para a análise do estudo em questão, foi produzido de maneira mecânica em laboratório utilizando uma betoneira e alguns equipamentos disponibilizados pela Universidade do Oeste de Santa Catarina - UNOESC, Campus Xanxerê.

Sendo um trabalho experimental, o estudo em questão é caracterizado como um experimento com três tratamentos diferentes e apenas uma variante que é a presença das fibras de coco (fibras vegetais) no concreto.

Todo concreto produzido seguiu uma dosagem conforme proposto por Silva et al (2013), utilizando um traço definido em uma proporção de 1:2,3:2,9:0,63. O consumo médio de materiais utilizado para o traço citado, foi proposto também por Silva et al, (2013), e compreende 341,68 kg/m³ de cimento, 771,98 kg/m³ de areia, 990,60 kg/m³ de brita e 205 litros de água. A resistência característica esperada deste traço foi de 30 MPa. A quantidade de fibra que foi empregada no concreto corresponde a 2,4 kg/m³ de concreto.

Seguindo o referido traço indicado a cima, todo o concreto produzido foi dividido em três amostras. A primeira amostra de concreto foi a que serviu como referência para o estudo, ou seja, é a amostra de concreto que não possuiu fibra de coco em sua constituição, desta maneira, é a partir dela que foi avaliado se o concreto que continha aplicação das fibras, apresentou ou não aumento na resistência a esforços de tração e à compressão. Esta amostra serviu como balizamento para o estudo.

Respectivamente a isso, a segunda e a terceira amostra de concreto, são as que continha um percentual de fibra de coco em sua constituição. Desta forma, foram analisados duas amostragens

diferentes de concreto com adição de fibra, sendo que um concreto possuiu fibras com tamanhos definidos (FCTD) e outro concreto possuiu fibras sem tamanhos definidos (FSTD). O tamanho e a quantidade de fibras empregadas em cada amostragem de concreto, é apresentada na Imagem 1. Vale ressaltar que as fibras foram aplicadas na amostra de concreto logo após o término de sua mistura, sendo assim remisturado por um tempo equivalente a 1 min.

Como foi realizado dois ensaios diferentes, os 12 de corpos-de-prova moldados das diferentes amostragens de concreto conforme apresentado na Imagem 1, foram divididos igualmente para que pudesse ser realizado o ensaio de resistência a compressão e à tração por compressão diametral, ou seja, 6 corpos-de-prova das diferentes amostragens de concreto foram utilizados para o ensaio da resistência a compressão e os outros 6 corpos-de-prova foram utilizados para o ensaio de resistência à tração. Sendo assim, com o objetivo de esclarecer melhor isso, é apresentada a Imagem 2, no qual ela representa a decomposição da Imagem 1 e resume tudo o que acabou de ser descrito.

Logo após o término da mistura do concreto, foi realizado o abatimento do tronco de cone (slump Test) das diferentes amostragens de concreto, seguindo as recomendações e procedimentos estabelecidos pela NBR NM 67 (1998).

Posteriormente a execução do Slump Test, foram moldados corpos-de-prova de dimensão de 100 mm, das diferentes amostragens de concreto, seguindo os procedimentos estabelecidos pela NBR 5738 (2015). Um ponto importante a ser ressaltado é que, para o ensaio de resistência a tração foram moldados corpos-de-prova de dimensão de 10x20 cm, sendo que a NBR 7222 (1994) que trata da determinação da resistência à tração por compressão diametral, recomenda que seja utilizado corpos-de-prova de dimensões 15x30 cm, desta maneira, foi realizado uma adaptação da norma em questão.

Foram moldados ao todo 12 corpos-de-prova por amostragens, sendo que logo após a sua moldagem, foram colocados em locais livres de intempéries e em locais isentos de quaisquer vibrações.

A desmoldagem dos corpos-de-prova aconteceu 24 h após a sua moldagem, sendo que seguidamente a isso foi iniciado o seu processo de cura.

A cura dos corpos-de-prova foi realizada por imersão em água em tanques no laboratório da

Universidade e permaneceram lá até as respectivas idades a serem ensaiados, conforme estabelece a NBR 5738 (2015).

Após a realização da cura úmida até os respectivos dias a serem ensaiados, os corpos-de-prova foram retirados dos tanques, no qual passaram por um processo de retificação, antes de ser realizado o ensaio de resistência a compressão.

Para o ensaio de resistência a tração por compressão diametral não foi necessário realizar a retificação dos corpos-de-prova. Sendo assim, para o processo de retificação foi seguido o que preconiza a NBR 5738 (2015), e para o ensaio de resistência a compressão e a tração, foi seguido o que preconiza a NBR 5739 (1994) e a NBR 7222 (1994). O processo de retificação e o ensaio de resistência a compressão e à tração, foram realizados no laboratório da Universidade.

Após a realização do ensaio de resistência a compressão e o ensaio de resistência à tração por compressão diametral dos corpos-de-prova, foi analisado os resultados obtidos, relatando se a aplicação da fibra de coco na matriz cimentícia contribuiu ou não para o aumento de sua resistência a esforços de compressão e à tração nas diferentes idades avaliadas.

Além destas análises citadas, também foram relatadas possíveis interferências ou contribuições que as diferentes amostras de concreto possam ter sofrido com a adição das fibras.

MATERIAIS

Para a produção do concreto foi utilizado o aglomerante (cimento) CP V-ARI, devido a maior velocidade de hidratação e menor teor de adições de minerais em sua composição, sendo que estes segundo Silva et al (2013), podem influenciar no desempenho da fibra de coco. A água utilizada para a confecção do concreto, foi água potável.

Os agregados miúdos utilizados para confecção do concreto, foram os materiais classificados dentro do grupo de "finos". Para os agregados graúdos, foram utilizados os materiais classificados dentro do grupo de brita 1. Para ambos os agregados, foi realizado ensaios de caracterização, como: ensaio de granulometria, massa específica e percentual de material pulverulento.

Para a realização dos ensaios de caracterização dos agregados foi seguido o que preconiza a NBR NM 248 (2003), NBR 7211 (1983), NBR 7211 (2005), NBR 9776 (1987) e a NBR NM 46 (2003). Os resultados dos ensaios são apresentados conforme a Imagem 3.

Referente a fibra de coco, de modo a evitar que absorvessem a água necessária para a hidratação do cimento, as fibras empregadas no segundo e terceiro tratamento estudado, foram saturadas em água por um determinado tempo.

O tempo de saturação adotado para as fibras de coco teve como dependência o ensaio de teor de umidade que foi realizado no laboratório da Universidade, antes de iniciar a produção do concreto.

O resultado do ensaio de teor de umidade da fibra foi de 186% e expressa bem a capacidade de absorção deste material, sendo assim indispensável a sua saturação antes de ser inserida na matriz cimentícia.

Após a realização do ensaio de teor de umidade, o tempo de saturação adotado para as fibras foi de 24 horas, devido o seu elevado índice de absorção apresentado.

Com o objetivo de analisar possíveis alterações que possa ter ocorrido na água, devido a liberação de alguma substância presente na fibra, foi analisado também em laboratório o pH da água utilizada para a saturação da fibra. Este ensaio foi realizado com um peagômetro e o resultado do pH da água foi de 6.8.

Para fins de comparação do ensaio e análise de qualquer alteração da acidez ou da alcalinidade que possa ter ocorrido, foi analisado também o pH da água antes de ser inserida na fibra e o seu resultado foi o mesmo após a saturação, indicando um valor de 6.8, classificado como grau ácido, não indicando assim qualquer alteração de pH que a fibra possa ter provocado na água.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos referentes aos tratamentos categorizados nos tempos de 14 e 28 dias, estão apresentados na Imagem 4. Pode-se verificar que no caso da resistência esperada do traço, nenhum dos tratamentos atingiu os 30 MPa. Um dos fatores que pode ter influenciado na resistência do concreto para que ele não tenha atingido a resistência prevista, é o ajuste da relação água/cimento realizado na mistura. Este ajuste pode ter ocorrido devido a granulometria do agregado miúdo utilizado, pois a sua classificação entrou nos parâmetros de Areia Muito Fina, o que possivelmente demandou maior absorção de água.

Embora a resistência a compressão e a tração dos diferentes tratamentos adotados não tenha indicado um comportamento com uma margem excessivamente satisfatória, ou seja, com valores

com grande disparidade em relação ao tratamento utilizado como referência, foi possível notar durante os ensaios de resistência, uma melhora na tenacidade do concreto com adição de fibra, pois alguns corpos-de-prova não romperam-se em vários pedaços como o concreto sem a presença de fibra.

Quanto ao tratamento que apresentava FSTD, a sua ligeira melhora na resistência a tração e a compressão, pode ser justificada pelo motivo de que as fibras podem ter distribuído melhor como a energia era aplicada no concreto, devido ao seu entrelaçamento entre a argamassa e os agregados. Tal situação pôde ser observada ainda na produção da amostra, pois esta apresentava grande resistência no momento de sua mistura. Para a amostra que continha FCTD, não foi observada tal situação.

Outra possibilidade para esta ligeira melhora na resistência do segundo tratamento, é devido ao elevado índice de absorção das fibras. Como estas foram saturadas por 24 horas antes de serem inseridas no concreto, o resultado desta ação pode ter sido a hidratação prolongada da mistura, pois as amostras que continha o tratamento das fibras ao romperem-se, apresentaram elevado grau de umidade interno, quando comparado com a amostra de referência. Esta situação pode ser observada na Imagem 5, em que nota-se tonalidade mais escura para o concreto com tratamento de fibras e tonalidade mais clara para o concreto sem a presença de fibras.

Como a amostra com FSTD apresentou resistência superior em ambas as variáveis tração e compressão, o que pode justificar esse resultado, bem como indicar outra possibilidade para a melhora da resistência em ambos períodos analisados, é a rugosidade superficial das fibras, que aliado ao seu maior comprimento, pode ter proporcionado uma maior tensão interfacial na composição interna do concreto.

Para o tratamento com FCTD, a resistência pode ter sido influenciada justamente pela falta dessa tensão interfacial causada pelo curto comprimento da fibra. A sua resistência por mais que tenha sido inferior aos demais tratamentos estudados, apresentou aos 14 dias uma resistência superior aos 20 MPa, sendo este o valor mínimo estabelecido pela NBR 6118 (2014), para concretos estruturais destinado a locais com baixa agressividade (Classe I).

Como as amostras apresentaram uniformidade em sua composição, ou seja, não houve alterações tão significativas de resistência tanto para os 14

dias quanto para os 28 dias avaliados, foi realizado uma estatística descritiva dos dados coletados no experimento, com a finalidade de analisar o comportamento das médias da variável resposta compressão e tração.

A estatística descritiva para cada tratamento e o tempo de avaliação está apresentado na Imagem 6. Para a variável compressão, os tratamentos apresentaram menor variabilidade nos dados, sendo sempre inferiores a 5%, enquanto para a variável tração os valores de desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV) foram bastante elevados.

Referente ao ensaio de *slump* das amostragens, foi observado que o concreto com tratamento de FCTD apresentou o maior abatimento entre as amostragens estudadas, no qual indicou um resultado de 110 mm. Para o tratamento de referência, o resultado do abatimento foi de 95 mm e para a amostra que continha tratamento de FSTD, o resultado do abatimento obtido foi de 75 mm, categorizando assim um desempenho inferior entre os demais tratamentos analisados, apesar de ter sido o concreto que apresentou a maior resistência a tração e a compressão nos diferentes períodos analisados.

Além da resistência a tração e a compressão, foi observado também o teor de absorção das amostragens que continham tratamento de fibra em comparação ao concreto de referência. Apesar do teor de absorção estar ligado intimamente a resistência do concreto, sendo que quanto maior for esta propriedade maior será o número de vazios do concreto e menor será a sua resistência, ao analisar os tratamentos estudados, foi observado que o concreto que apresentou maior teor de absorção de água, foi o que apresentou maior resistência em ambos os períodos analisados.

Isto remete a uma preocupação de que o concreto com o tratamento de FSTD, pode ter sua resistência influenciada em períodos mais longos de vida, devido a esta absorção, correspondendo assim a um comportamento linear em que ao passar do tempo o teor de absorção poderá ser o suficiente para degradar a fibra e consequentemente comprometer a durabilidade e integridade física do concreto. Contudo, isto pode não corresponder a realidade, visto que a absorção é tão insignificante que possa não influenciar a resistência do concreto em períodos mais longos de vida.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos referentes aos tratamentos categorizados nos tempos de 14 e 28

dias, estão apresentados na Imagem 4. Pode-se verificar que no caso da resistência esperada do traço, nenhum dos tratamentos atingiu os 30 MPa. Um dos fatores que pode ter influenciado na resistência do concreto para que ele não tenha atingido a resistência prevista, é o ajuste da relação água/cimento realizado na mistura. Este ajuste pode ter ocorrido devido a granulometria do agregado miúdo utilizado, pois a sua classificação entrou nos parâmetros de Areia Muito Fina, o que possivelmente demandou maior absorção de água.

Embora a resistência a compressão e a tração dos diferentes tratamentos adotados não tenha indicado um comportamento com uma margem excessivamente satisfatória, ou seja, com valores com grande disparidade em relação ao tratamento utilizado como referência, foi possível notar durante os ensaios de resistência, uma melhora na tenacidade do concreto com adição de fibra, pois alguns corpos-de-prova não romperam-se em vários pedaços como o concreto sem a presença de fibra.

Quanto ao tratamento que apresentava FSTD, a sua ligeira melhora na resistência a tração e a compressão, pode ser justificada pelo motivo de que as fibras podem ter distribuído melhor como a energia era aplicada no concreto, devido ao seu entrelaçamento entre a argamassa e os agregados. Tal situação pôde ser observada ainda na produção da amostra, pois esta apresentava grande resistência no momento de sua mistura. Para a amostra que continha FCTD, não foi observada tal situação.

Outra possibilidade para esta ligeira melhora na resistência do segundo tratamento, é devido ao elevado índice de absorção das fibras. Como estas foram saturadas por 24 horas antes de serem inseridas no concreto, o resultado desta ação pode ter sido a hidratação prolongada da mistura, pois as amostras que continha o tratamento das fibras ao romperem-se, apresentaram elevado grau de umidade interno, quando comparado com a amostra de referência. Esta situação pode ser observada na Imagem 5, em que nota-se tonalidade mais escura para o concreto com tratamento de fibras e tonalidade mais clara para o concreto sem a presença de fibras.

Como a amostra com FSTD apresentou resistência superior em ambas as variáveis tração e compressão, o que pode justificar esse resultado, bem como indicar outra possibilidade para a melhora da resistência em ambos períodos analisados, é a rugosidade superficial das fibras, que aliado ao seu maior comprimento, pode ter

proporcionado uma maior tensão interfacial na composição interna do concreto.

Para o tratamento com FCTD, a resistência pode ter sido influenciada justamente pela falta dessa tensão interfacial causada pelo curto comprimento da fibra. A sua resistência por mais que tenha sido inferior aos demais tratamentos estudados, apresentou aos 14 dias uma resistência superior aos 20 MPa, sendo este o valor mínimo estabelecido pela NBR 6118 (2014), para concretos estruturais destinado a locais com baixa agressividade (Classe I).

Como as amostras apresentaram uniformidade em sua composição, ou seja, não houve alterações tão significativas de resistência tanto para os 14 dias quanto para os 28 dias avaliados, foi realizado uma estatística descritiva dos dados coletados no experimento, com a finalidade de analisar o comportamento das médias da variável resposta compressão e tração.

A estatística descritiva para cada tratamento e o tempo de avaliação está apresentado na Imagem 6. Para a variável compressão, os tratamentos apresentaram menor variabilidade nos dados, sendo sempre inferiores a 5%, enquanto para a variável tração os valores de desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV) foram bastante elevados.

Referente ao ensaio de slump das amostras, foi observado que o concreto com tratamento de FCTD apresentou o maior abatimento entre as amostras estudadas, no qual indicou um resultado de 110 mm. Para o tratamento de referência, o resultado do abatimento foi de 95 mm e para a amostra que continha tratamento de FSTD, o resultado do abatimento obtido foi de 75 mm, categorizando assim um desempenho inferior entre os demais tratamentos analisados, apesar de ter sido o concreto que apresentou a maior resistência a tração e a compressão nos diferentes períodos analisados.

Além da resistência a tração e a compressão, foi observado também o teor de absorção das amostras que continham tratamento de fibra em comparação ao concreto de referência. Apesar do teor de absorção estar ligado intimamente a resistência do concreto, sendo que quanto maior for esta propriedade maior será o número de vazios do concreto e menor será a sua resistência, ao analisar os tratamentos estudados, foi observado que o concreto que apresentou maior teor de absorção de água, foi o que apresentou maior resistência em ambos os períodos analisados.

Isto remete a uma preocupação de que o concreto com o tratamento de FSTD, pode ter sua resistência influenciada em períodos mais longos de vida, devido a esta absorção, correspondendo assim a um comportamento linear em que ao passar do tempo o teor de absorção poderá ser o suficiente para degradar a fibra e consequentemente comprometer a durabilidade e integridade física do concreto. Contudo, isto pode não corresponder a realidade, visto que a absorção é tão insignificante que possa não influenciar a resistência do concreto em períodos mais longos de vida.

Imagem 1- Resumo das amostragens ensaiadas

AMOSTRAGENS DE CONCRETO	TRAÇÃO DO CONCRETO	PERCENTUAL DE FIBRA ADICIONADA (kg/m ³)	TAMANHO DA FIBRA ADICIONADA (mm)	QTD. DE CORPOS-DE-PROVA MOLDADO	CORPOS-DE-PROVA ROMPIDOS NOS 14 DIAS	CORPOS-DE-PROVA ROMPIDOS NOS 28 DIAS
Primeira Amostra (referência)	1,2,3,2,9,0,63	-	-	12	6	6
Segunda Amostra	1,2,3,2,9,0,63	2,4	FSTD ¹	12	6	6
Terceira Amostra	1,2,3,2,9,0,63	2,4	25	12	6	6

¹) - Fibra sem tamanho definido (FSTD).

Fonte: O autor.

Imagem 2- Decomposição da quantidade de corpos-de-prova que foi moldado para a realização do ensaio de resistência a compressão e à tração

AMOSTRAGENS DE CONCRETO	QTD. DE CORPOS-DE-PROVA MOLDADO	ENSAIO DE RESISTENCIA A COMPRESSÃO		ENSAIO DE RESISTENCIA A TRAÇÃO POR COMPRESSÃO DIAMETRAL	
		CORPOS-DE-PROVA ROMPIDOS NOS 14 DIAS	CORPOS-DE-PROVA ROMPIDOS NOS 28 DIAS	CORPOS-DE-PROVA ROMPIDOS NOS 14 DIAS	CORPOS-DE-PROVA ROMPIDOS NOS 28 DIAS
Primeira Amostra (referência)	12	3*	3*	3*	3*
Segunda Amostra	12	3*	3*	3*	3*
Terceira Amostra	12	3*	3*	3*	3*

^{*)} - Foi moldado 3 corpos-de-prova de concreto por amostragem nos 14 e 28 dias, de modo a assegurar eventuais problemas que pudessem ter ocorrido.

Fonte: O autor.

Imagem 3- Resultados dos ensaios de caracterização dos agregados

AGREGADO	DIMENSAO MAXIMA CARACTERISTICA (mm)	CLASSIFICAÇÃO GRANULOMETRICA	MASSA ESPECIFICA APARENTE (g/cm ³)	MEDIA DO TEOR DE MATERIAL PULVERULENTO (%)
Graúdo	19	Brita 1	2,809	0,60
Miúdo	0,6	Areia Muito Fina	2,647	0,70

Fonte: O autor.

Imagem 4- Resultados dos ensaios de resistência a compressão e a tração por compressão diametral das amostragens de concreto

DADOS AOS 14 DIAS				
OBSER.	TRATAMENTOS	REPETIÇÕES	R. COMPRESSAO (MPa)	R. TRAÇÃO (MPa)
1	CONCRETO REF.	1	24,08	2,44
2	CONCRETO REF.	2	23,54	1,62
3	CONCRETO REF.	3	25,14	2,05
4	CONCRETO COM FSTD	1	24,52	2,50
5	CONCRETO COM FSTD	2	25,51	2,19
6	CONCRETO COM FSTD	3	25,09	2,49
7	CONCRETO COM FCTD	1	21,71	2,52
8	CONCRETO COM FCTD	2	22,55	2,11
9	CONCRETO COM FCTD	3	20,71	1,58
DADOS AOS 28 DIAS				
OBSER.	TRATAMENTOS	REPETIÇÕES	R. COMPRESSAO (MPa)	R. TRAÇÃO (MPa)
1	CONCRETO REF.	1	25,11	3,05
2	CONCRETO REF.	2	27,01	1,45
3	CONCRETO REF.	3	27,2	2,36
4	CONCRETO COM FSTD	1	27,52	2,69
5	CONCRETO COM FSTD	2	27,27	3,22
6	CONCRETO COM FSTD	3	27,71	3,13
7	CONCRETO COM FCTD	1	24,47	2,93
8	CONCRETO COM FCTD	2	23,28	1,57
9	CONCRETO COM FCTD	3	25,52	2,66

Fonte: O autor.

Imagem 5- Rompimento a tração por compressão diametral do concreto de referência (A), e do concreto com fibra sem tamanho definido (B)



Fonte: O autor.

Imagem 6- Tratamento e tempo avaliado para cada amostragem

OBSERVAÇÃO	TRATAMENTO	TEMPO	MEDIA	DP	CV
1	REF.	14	24,2533	0,8140	3,3561
2	FSTD	14	25,0400	0,4969	1,9844
3	FCTD	14	21,6567	0,9212	4,2535
4	REF.	28	26,4400	1,1557	4,3711
5	FSTD	28	27,5000	0,2207	0,8025
6	FCTD	28	24,4233	1,1207	4,5888
7	REF.	14	2,0367	0,4102	20,1389
8	FSTD	14	2,3933	0,1762	7,3606
9	FCTD	14	2,0700	0,4713	22,7669
10	REF.	28	2,2867	0,8025	35,0955
11	FSTD	28	3,0133	0,2836	9,4118
12	FCTD	28	2,3867	0,7200	30,1686

Fonte: O autor.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A incorporação de fibras de coco nas matrizes cimentícias contribuiu para o aumento da resistência a tração e a compressão do concreto, e para a sua tenacidade. No entanto é recomendável realizar mais testes estatísticos para verificar se as

diferenças observadas são estatisticamente significativas.

Os resultados obtidos na pesquisa sugerem uma possível utilização de fibra natural de coco em compósitos cimentícios, pois ao se analisar do ponto de vista técnico, as propriedades físicas de resistência foram atingidas, mas isto se limita apenas ao tempo máximo categorizado para o estudo de 28 dias, sendo assim necessário analisar o comportamento do concreto em períodos mais longos de vida.

Analisando de maneira sucinta as amostragens ensaiadas, em específico as que continham fibras, o concreto que possuía a presença de FSTD apresentou a maior resistência entre os tratamentos adotados, entretanto foi o que apresentou o menor *Slump*. Para o concreto que possuía FCTD os valores da resistência deram inferiores aos demais tratamentos, porém foi o que apresentou o maior *Slump*.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 67: Concreto – Determinação da consistência pelo abatimento de tronco de cone. Rio de Janeiro, 1998.

_____. NBR 5738: Concreto – Procedimento para moldagem e cura dos corpos-de-prova. Rio de Janeiro, 2015.

_____. NBR 5739: Concreto – Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 1994.

_____. NBR 7222: Argamassa e concreto – Determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 1994.

_____. NBR NM 248: Agregados – Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 2003.

_____. NBR 7211: Agregado para concreto. Rio de Janeiro, 1983.

_____. NBR 7211: Agregado para concreto - Especificações. Rio de Janeiro, 2005.

_____. NBR 9776: Agregados – Determinação da massa específica de agregados miúdos por meio do frasco Chapman. Rio de Janeiro, 1987.

_____. NBR NM 46: Agregados – Determinação do material fino que passa através da peneira 75 μm , por lavagem. Rio de Janeiro, 2003.

FIGUEIREDO, Antonio Domingues de. Concreto reforçado com fibras. 2011. 256 p. Tese (livre docência) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Levantamento sistemático da produção agrícola. Rio de Janeiro. IBGE, 2018. v.30, p. 1-82.

SILVA, Everton et al. Análise técnica para o reaproveitamento da fibra de coco na construção civil. *Ambiência – Revista eletrônica das áreas de ciências agrárias e ambientais*, Guarapuava, v.11, n.3, p. 669-683, set./dez. 2013.