

## SUSTENTABILIDADE E RESISTÊNCIA: O USO DA MATÉRIA ORGÂNICA ADICIONADA AO CONCRETO CONVENCIONAL

Camila Karla Medeiros Silva<sup>1</sup>  
Karolynne Marques Nunes<sup>2</sup>  
Maria Ellen Martins de Alcântara Pereira<sup>3</sup>  
Fábio Remy de Assunção Rios<sup>4</sup>

### RESUMO

Neste trabalho se propôs analisar a influência que a variação do comprimento da fibra de coco exerce na resistência à compressão da argamassa, e também as diferenças de comportamento dos corpos de prova em cura seca e cura saturada. Foram confeccionadas argamassas com adição (1% em relação a quantidade de cimento) de 2 comprimentos diferentes de fibras de coco: 25,0 mm e 50,0 mm, além de um concreto de referência sem adição de fibra de coco. Para a avaliação do comportamento de cada um deles na argamassa foram efetuados ensaios de consistência no estado fresco e resistência à compressão axial no estado endurecido, realizado na idade de 14 dias, além da análise de MEV para ver a interação e comportamento dos materiais a nível microscópico. Foi observado que todos os comprimentos de fibra testados diminuem a resistência à compressão em relação à argamassa de referência. No entanto, dentre esses comprimentos testados e os tipos de cura realizado, pode-se afirmar que o concreto com adição de fibras de comprimento 25,0 mm obteve melhor desempenho na cura saturada e a de 50 mm na cura seca e que o tratamento térmico melhora a rugosidade das fibras, melhorando a sua adesão.

**Palavras-chave:** Fibra de coco, Cura seca, Cura saturada, Argamassa, Comprimento.

### INTRODUÇÃO

O concreto consiste em um material compósito, cuja “composição básica apresenta uma matriz cimentícia, formado por cimento e água, que envolve os agregados graúdos e miúdos” (AMARAL JÚNIOR, 2016, p. 18). É um material estrutural muito utilizado em todo o mundo. Apesar de apresentar alta resistência mecânica, rapidez na execução, fácil moldabilidade e um custo relativamente baixo, ele apresenta algumas limitações quando submetido a esforços de tração como baixa capacidade de deformação antes da ruptura e rápida propagação de fissuras (FIGUEIREDO, 2011 apud SALVADOR, 2013).

Em contrapartida, os problemas causados pelo acréscimo do consumo da sociedade, deu ênfase à questão da sustentabilidade, e uma das linhas de assuntos, é em relação à

<sup>1</sup> Graduanda pelo Curso de Engenharia Civil da Unifacisa - PB, [camilamedeiros\\_cm@hotmail.com](mailto:camilamedeiros_cm@hotmail.com);

<sup>2</sup> Graduanda pelo Curso de Engenharia Civil da Unifacisa - PB, [karolynne\\_marques\\_nunes@hotmail.com](mailto:karolynne_marques_nunes@hotmail.com);

<sup>3</sup> Graduanda pelo Curso de Engenharia Civil da Unifacisa - PB, [mellenmartinsap@gmail.com](mailto:mellenmartinsap@gmail.com);

<sup>4</sup> Doutor em Ciência e Engenharia dos Materiais da Universidade Federal de Campina Grande - PB. Professor dos cursos graduação de Engenharia Civil e Arquitetura e Urbanismo da UNIFACISA – Centro Universitário, [fabiojemy@gmail.com](mailto:fabiojemy@gmail.com);

mitigação ou ao aproveitamento de resíduos gerados nos diversos processos industriais existentes. Cabe, portanto, aos pesquisadores, a responsabilidade de encontrar soluções viáveis do ponto de vista econômico, ambiental e tecnológico para os passivos ambientais, resultante deste consumo desenfreado.

No Brasil, principalmente na região Nordeste, observa-se uma grande área de coqueiros nativos, sem utilização econômica dos resíduos gerados. E, apesar da fibra de coco ser utilizada em peças de artesanato, seu uso é parcial, milhões de toneladas ainda são descartadas na natureza, gerando impactos ambientais de extrema relevância.

De acordo com o IBGE (2013), através do LSPA (Levantamento Sistemático da Produção Agrícola), a produção de coco no Brasil alcançou 1.932.504 de toneladas na safra 2013. Considerando que aproximadamente 10% da massa do fruto são constituídos por fibras, o volume gerado em 2013 foi em torno de 966.252 m<sup>3</sup> de fibra de coco. Tornando útil na construção, o material deixará de ser resíduo se a ele for dada uma valorização, ou seja, um reaproveitamento, dando origem a um novo produto.

O grande avanço da tecnologia, entretanto, favoreceu o estudo do reaproveitamento de resíduos descartados na natureza e suas possíveis adições nos materiais de construção, e têm o intuito de cada vez mais, adequar o material convencional a diversas situações novas de uso, melhorar as propriedades e de caráter sustentável. A matéria orgânica de origem vegetal, vêm se destacando como um material de grande potencial para reforço de matrizes nos materiais de construção, à exemplo disso podemos citar as fibras vegetal do coco (*Cocos nucifera*).

A importância dos compósitos no campo da engenharia se deve ao fato de que, ao combinar dois ou mais materiais diferentes, pode-se obter um material compósito cujas propriedades são superiores, ou até mesmo melhores, em alguns aspectos, às propriedades de cada um dos componentes (SMITH, 2012).

A utilização de fibra vegetal, em particular fibra de coco, como reforço em compósitos cimentício, apresenta várias vantagens como altas propriedades mecânicas específicas, biodegradabilidade, reciclabilidade, baixa densidade, não-abrasividade, baixo consumo de energia, baixo custo e oferta de empregos rurais, como alguns pesquisados afirmam, tais como de Silva (2014), Bonato (2014) e de Silva (1999).

## **METODOLOGIA**

Para este trabalho experimental, procurou-se avaliar a influência da fibra de coco na argamassa e no concreto endurecido, buscando analisar a real interatividade entre a fibra e a

matriz. Observa-se, na literatura, que predomina um tamanho médio da fibra de coco de 25 mm para uso em compósitos cimentícios. Visando facilitar a comparação e análise com outros trabalhos já desenvolvidos, foram utilizadas, três tipos de amostra: concreto convencional (referência), concreto modificado com fibra de 25 mm e com fibra de 50 mm.

O cimento Portland utilizado nesta pesquisa foi o CP V ARI RS em virtude da sua maior velocidade de hidratação e menor teor de adições minerais que poderiam influenciar no desempenho da fibra de coco. A água potável usada para confecção dos compósitos foi obtida da rede pública de distribuição da cidade (CAGEPA). O agregado miúdo utilizado, procedente da cidade de Campina Grande.

A caracterização dos materiais utilizados, o preparo dos CPs e a análise dos materiais empregados, foram realizados *a priori* no Laboratório de Mecânica dos Solos e Materiais de Construção da UNIFACISA e os rompimentos dos CPs, foram realizados no Laboratório de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), a análise microscópica no Laboratório de Engenharia de Materiais do Campus Campina Grande – PB.

O coco *in natura* foi coletado em um empreendimento no bairro do catolé da cidade de Campina Grande, e a fibra foi obtida pela equipe após o tratamento cuidadoso da retirada da substância chamada tanino, presente no coco, conforme figura abaixo.



Figura 1 - (A) Secagem da fibra de coco em estufa após retirada do tanino e (B) Separação da fibra de coco seca. Fonte: Arquivo dos autores (2019).

O procedimento de retirada do tanino, consistiu da troca diária da água e a fervura de 40 minutos no último dia, durante o período de 7 dias, após retirado da fervura o coco, ficou 24 horas na estufa a uma temperatura de 50°C, quando retirado, estava pronto para ser desfiado e cortado em suas dimensões específicas.

Para a argamassa utilizada, foram realizadas as caracterizações relativas à sua consistência, fator água/cimento e caracterização do agregado tipo areia média, através dos ensaios de granulometria, passante na peneira 10” (malha de 2mm), conforme suas respectivas normas e de acordo com as figuras abaixo.



Figura 2 - (A) Material agregado e peneiras para granulometria e (B) Máquina de peneiramento. Fonte: Arquivo dos autores (2019).

Para a granulometria, foram utilizados balança, máquina de peneiramento, as peneiras e escova para limpar as peneiras. De início foi feito a pesagem do material, 1000 gramas da areia, antes de ser colocado nas peneiras. Foi realizado o encaixe do equipamento de modo que elas formassem um único conjunto, com abertura de malha em ordem crescente da base para o topo. Acoplou-se um fundo de peneiras adequado para o conjunto.

Posteriormente, acrescentou-se no topo da sequência das peneiras a tampa que, na sequência, foi adicionado ao vibrador, sendo este, ligado por 30 segundos para sofrer processo de peneiramento. Após a areia estar dentro de todo o conjunto de peneiras promoveu-se a agitação mecânica do conjunto, por um tempo razoável para permitir a separação e classificação prévia dos diferentes tamanhos de grão da amostra. A sequência de colocação dos materiais se deu conforme a ABNT NBR-7215/1996 (Cimento Portland - Determinação da resistência à compressão).

O procedimento para a granulometria, consistiu da utilização da máquina de peneiramento, na qual fora colocado os agregados e peneirados conforme a norma ABNT NBR 7211/2009 (Agregados para concreto - Especificação), sendo que após a segregação foram retidos o material escolhido e conforme a peneira ideal para a preparação dos corpos de prova. Após a granulometria, foi realizado o preparo da argamassa, e na sequência, foi realizado o ensaio de consistência no estado fresco (*table flow*), através do seu abatimento.

O procedimento desta etapa, consistiu em preencher o molde com argamassa preparada para a análise e depois, cuidadosamente, foi feito a retirada do molde metálico deixando uma amostra de argamassa em forma de tronco de cone em cima da mesa de consistência. Usou-se a manivela para 30 giros e golpes, em 30 segundos, conforme a NBR-7215 (ABNT, 1996).

Após esse tempo, mediu-se o diâmetro da argamassa espalhada com o auxílio de uma trena verticalmente e horizontalmente e determinou-se o índice de consistência da argamassa

conforme citado anteriormente, sendo que, quanto maior o diâmetro da argamassa obtido na mesa de consistência mais fluido é seu comportamento no estado fresco. Para a mistura da argamassa foi utilizada uma argamassadeira eletro-mecânica, marca Contenco, modelo I 3010, conforme a figura abaixo.



Figura 3 - (A) Mistura manual da argamassa com a fibra de coco e (B) Mistura mecânica da argamassa com Argamassadeira eletro-mecânica (Contenco - Modelo I 3010). Fonte: Arquivo dos autores (2019).

O preparo do material para confecção dos CPs, consistiu na aplicação das fibras, paulatinamente na argamassa preparada, sendo que após a mistura na argamassadeira eletro-mecânica, foi realizado o processo de preenchimento dos CPs com a argamassa contendo fibras, em moldes com aplicação de desmoldantes, até o preenchimento total, realizando a compactação e cuidados necessários para o preenchimento dos corpos de prova, conforme a NBR-7215 (ABNT, 1996).

Após a moldagem, os moldes foram identificados e direcionados para as secagens, utilizando a cura saturada e a seco. A cura ao ar livre durou 24 hs, após esse período realizou-se a desforma e na sequência, a colocação dos CPs na câmara úmida e a seco para o processo final de cura, até o momento do ensaio de resistência.

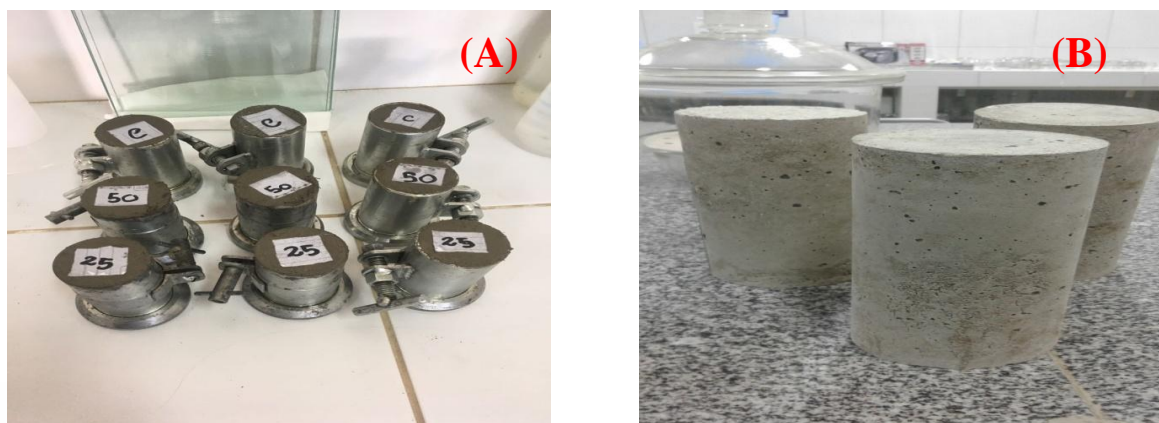


Figura 4 - (A) Corpos de prova moldados para o ensaio de consistência e (B) Cura dos corpos de provas moldados para ensaio de consistência. Fonte: Arquivo dos autores (2019).

Com base nos estudos de Ali et al. (2012), foi utilizado o teor de adição de 1% em relação a quantidade de cimento, na dosagem da argamassa, utilizou-se o traço 1:2,3 (cimento:areia) e com relação água/aglomerante, foi utilizado o fator 0,55. Este traço e a relação água/aglomerante, foram definidos a partir do estudo de Li et al. (2006), que proporcionou consistência adequada e trabalhabilidade à mistura. As quantidades utilizadas para cada traço estão dispostas na Tabela 1.

Tabela 1- Quantidades utilizadas para cada traço.

Mistura da Argamassa	Traço	Consumo do material (g)			
		Cimento	Areia	Água	Fibra de Coco (FC)
<b>Referência</b>	1:2:fa/c 0,55	125 g	287,5 g	68,75 ml	1,25 g
<b>FC 25mm</b>	1:2:fa/c 0,55	125 g	287,5 g	68,75 ml	1,25 g
<b>FC 50mm</b>	1:2:fa/c 0,55	125 g	287,5 g	68,75 ml	1,25 g

Fonte: Os Autores (2019).

Conforme a norma NBR-7215 (ABNT, 1996) foi utilizado um desvio relativo máximo de 6%. Com base nesta norma, definiu a idade de 14 dias para avaliação da resistência à compressão axial no estado endurecido, realizado na prensa eletro-hidráulica, marca Contenco, modelo I/3025/B, de acordo com a NBR-7215 (ABNT, 1996), conforme a figura abaixo.



Figura 5 - (A) Prensa Hidráulica para rompimento e (B) Corpo de prova após o rompimento. Fonte: Arquivo dos autores (2019).

Para se conhecer o comportamento das diferenças entre as variáveis utilizou-se o *Multiple Range Test* de Duncan a um nível de confiabilidade de 0,95 e se fez, na definição dos números, a opção de 3 CPs para cada idade de cada ensaio, ou seja, 3 repetições para cada tratamento.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O aumento da quantidade de fibras vegetais, pode acarretar a redução da trabalhabilidade da mistura, principalmente com teores mais elevados de fibra, devido à absorção de água pela mesma, podendo assim, influenciar na resistência final. É importante ressaltar que, quanto maior o diâmetro da argamassa obtida na mesa de consistência (*table flow*), mais fluida é sua consistência. Os resultados mostram uma comparação de resistência à compressão entre as argamassas produzidas com adição de fibra de coco em relação à argamassa de referência, conforme da figura abaixo.

Cabe ressaltar, que o ensaio foi realizado com 14 dias de cura para todos os comprimentos de fibra. A argamassa com fibra de comprimento 25 mm ficou com sua resistência à compressão 12,78% maior do que a argamassa sem fibra (referência) na cura saturada e na cura seco a de 25 mm comprimento, ficou 3,7% menor. A argamassa com fibra de comprimento 50 mm ficou com sua resistência à compressão 9,1% menor do que a argamassa sem fibra (referência) na cura saturada e na cura seco a de 50 mm comprimento, ficou 12,91 % menor.

Ali et al. (2013, p. 604), em busca de avaliar a força de ligação entre a fibra de coco e a argamassa, testaram o efeito do comprimento das fibras de coco, seus diâmetros, condições de pré-tratamento e proporções de mistura para o concreto. Em relação ao comprimento, chegaram à conclusão de que a força de adesão aumenta quando o comprimento da fibra é de 30 milímetros. Resultado semelhante foi obtido neste trabalho. Em relação à resistência do concreto, foi constatada variação em virtude da adição de em percentagem das fibras, conforme figura abaixo.

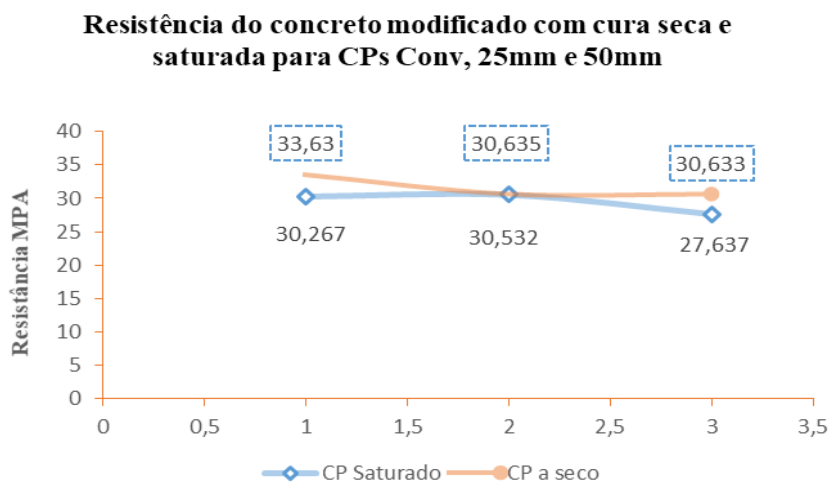


Figura 6 - Comparativo do desempenho da resistência do concreto convencional e do modificado com fibras de coco. Fonte: Os autores (2019).

Para a cura saturada a resistência do concreto convencional, sem uso de fibras, (30,267 Mpa), foi inferior a cura a seco (33,63Mpa), isto talvez em decorrência do fato de que sob saturação o fator água cimento tenha provocado a diminuição da resistência, porém no acréscimo de 1% de fibras ao composto, com 25 mm de comprimento, a cura saturada apresentou resistência maior (30,635Mpa) que a seco (30,532Mpa), havendo nesse caso, a mesma resistência para ambas situações, que comprova que a 25mm, as fibras regem bem, tanto na saturada como cura a seco.

Na aplicação de fibras de 50 mm a cura saturada apresentou resistência menor (27,637Mpa) que a cura a seco (30,633Mpa), assim mostrando que o desempenho da mistura a seco, tem desempenho melhor no processo de secagem a seco, isto talvez, por absorção de água pela fibra, na cura saturada, que pode influenciar na resistência final.

Quando se compara a resistência do concreto convencional, com concreto modificado com 25mm de comprimento com 1% de adição, resultado semelhante foi obtido neste trabalho. Onde foi constatada variação na resistência em virtude da adição em percentagem das fibras, conforme figura abaixo.

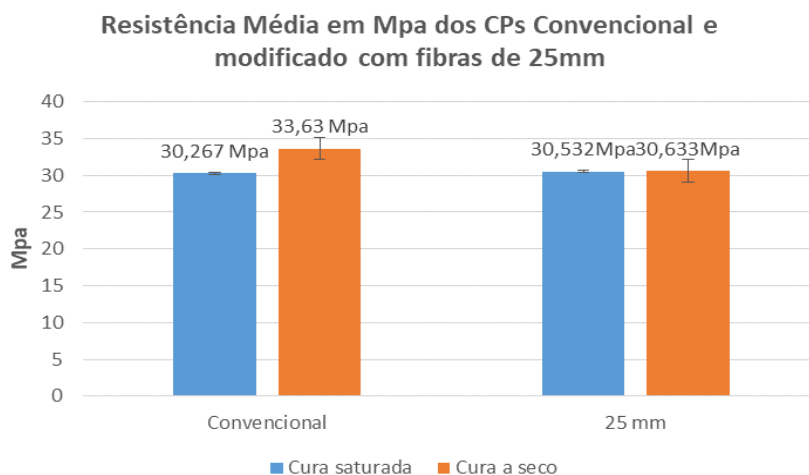


Figura 7 - Resistência média dos CPs convencional e com fibras vegetais de 25mm. Fonte: Os autores (2019).

Os resultados mostram que houve uma alteração na resistência do concreto modificado com fibras vegetal do coco, sobretudo sobre os dois aspectos da cura aplicados: saturada e cura seca, de tal forma que na adição de 25 mm, percebe-se um decréscimo de resistência na cura saturada, isto possibilitado pelo entrelaçamento das fibras que proporcionaram uma diminuição de resistência e pela absorção de água pelas fibras, que podem influenciar na resistência final.

Relativo a cura a seco, para a adição de fibras de 25mm a 1%, percebe-se uma diminuição da resistência, isto talvez, pela retração, ou seja, perda de água. Portanto, foi



observado que todos os comprimentos de fibra testados diminuem a resistência à compressão em relação à argamassa de referência. No entanto, dentre esses comprimentos testados, pode-se afirmar que a argamassa com adição de fibras de comprimento 25,0mm saturada, obteve melhor desempenho na idade testada. A figura abaixo, mostra o desempenho do material com adição de 50mm.

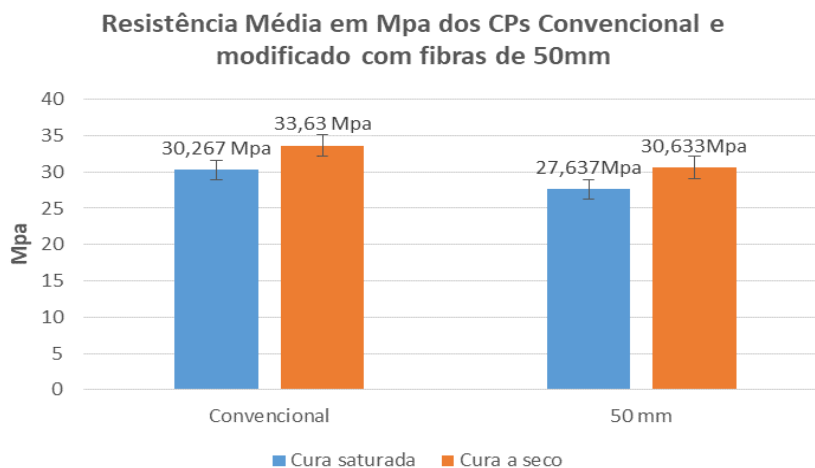


Figura 8- Resistência média dos CPs convencional e com fibras vegetais de 50mm. Fonte: Os autores (2019).

Os resultados mostram que houve uma alteração na resistência do concreto modificado com fibras vegetal do coco, sobretudo sobre os dois aspectos de cura aplicados: saturada e cura seca, de tal forma que na adição de fibras com 50 mm a 1%, percebe-se um decréscimo de resistência na cura saturada e a seco, isto possibilitado pelo comprimento maior das fibras, ocupando assim mais espaço no interstício do compósito, que proporcionaram uma diminuição de resistência. Relativo a cura a seco, para a adição de 50 mm, percebe-se uma diminuição da resistência, isto talvez, pela retração provocado e pelo comprimento maior das fibras, ocupando assim mais espaço no interstício do compósito. Portanto, foi observado que todos os comprimentos de fibra testados diminuem a resistência à compressão em relação à argamassa de referência.

### **Análise do MEV (Microscopia de Varredura)**

A análise do microscópio eletrônico de varredura (MEV), tem a finalidade de examinar a superfície do compósito formado pelo cimento com fibras vegetal do coco, neste caso a 1% com fibras com 25 mm de espessura. A figura abaixo mostra a relação e o comportamento do compósito após a pega, com idade de 14 dias.

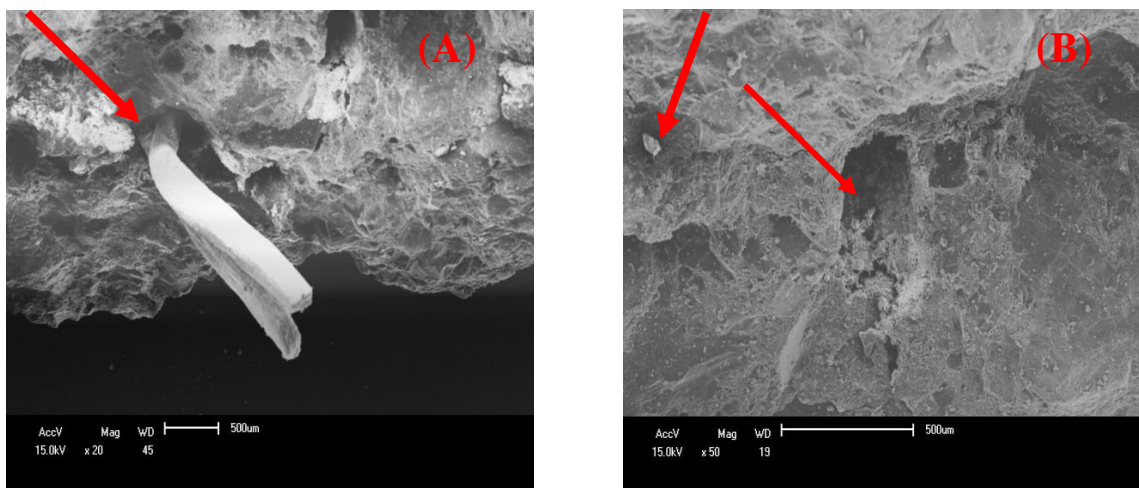


Figura 9 - (A)-(B) MEV com aproximação de 25x para o concreto com fibra. Fonte: Arquivo dos autores (2019).

É possível perceber na figura que algumas fibras dobradas, além do vazios e impurezas. A presença de vazios entre as fibras e a matriz, como pode ser observada nas imagens de MEV, mostram, portanto, que não houve uma boa adesão entre a fibra e a matriz.

De outra forma a presença de vazios, relata que não houve uma compactação mais consistente. Em ambos os filmes são identificados alguns pontos brancos, cuja concentração na superfície dos compósitos aumenta com o aumento da quantidade de fibra adicionada. Esses pontos brancos são considerados impurezas decorrentes do próprio cimento e das fibras vegetais. Outro ponto a ser observado é que a fibra do coco *in natura* é inibidora da pega do cimento, confirmando a possibilidade de fazer um tratamento.

A MEV do compósito formado pelo cimento com fibras vegetal do coco, neste caso a 1% com fibras com 50 mm de espessura, relata o comportamento do compósito devido a relação fibras e cimento. A figura abaixo mostra a relação e o desempenho do compósito após a pega, com idade de 14 dias.

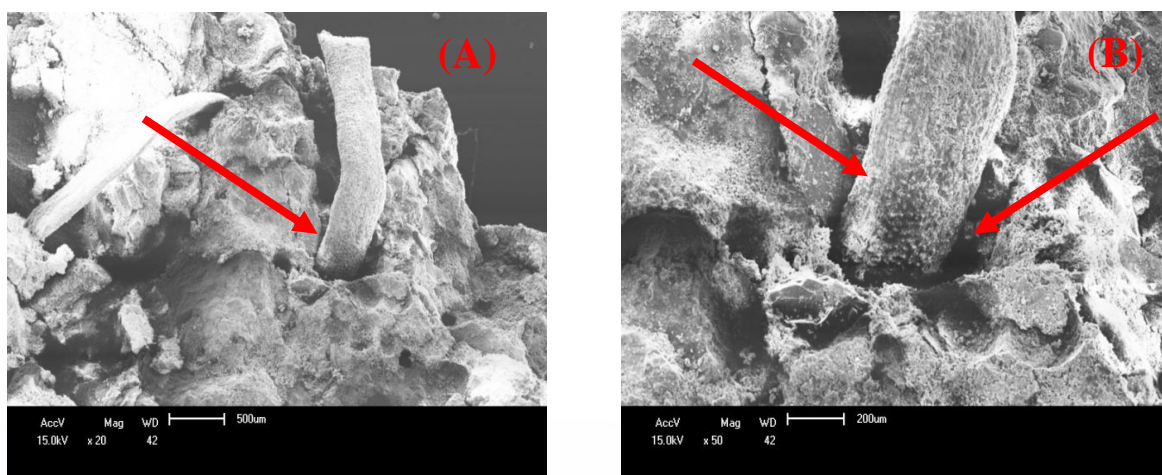


Figura 10 - (A)-(B) MEV com aproximação de 25x para concreto com fibra. Fonte: Arquivo dos autores (2019).

O estudo da fratura através do MEV revelou áreas nas quais ocorreram algumas das possíveis falhas (vazios). Segundo Santos (2007), essas fibras muitas vezes são puxadas da matriz, deixando orifícios vazios e indicando que houve fraca adesão entre a fibra e a matriz. Desse modo, após a transferência de esforços da matriz para a fibra, ocorre o deslocamento na interface fibra-matriz devido à fraca interação entre os constituintes e às tensões friccionais, junto com as tensões dos finais das fibras que causam falhas no compósito. O tratamento das fibras com água quente, gerou uma rugosidade nas fibras que ajudam na adesão, conforme a micrografia.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A resistência do concreto a compressão axial, sofreu redução, pois a função das fibras dentro é aumentar a resistência a flexão, tração e tenacidade, comprovado anteriormente.

A micrografia das fibras tratadas com água quente para a retirada do tanino, mostra que foi removida parte das impurezas da camada superficial das fibras vegetal, gerando uma rugosidade superficial, natural das fibras, favorece a adesão a matrizes cimentícias.

Foi observado que todos os comprimentos de fibra testados diminuem a resistência à compressão em relação ao concreto de referência. No entanto, dentre esses comprimentos testados e os tipos de curas realizados, pode-se afirmar que a argamassa com adição de fibras de comprimento 25,0 mm, obteve melhor desempenho na cura a seco e a de 50 mm na cura seca, confirmando trabalhos anteriores.

## **REFERÊNCIAS**

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 5738. Concreto - Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova. Rio de Janeiro: ABNT. 2015

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 5739. Concreto - Ensaio de Compressão de corpos de prova cilíndricos. Rio de Janeiro: ABNT. 2007

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6118. Projeto de estruturas de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT 2014.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 7222. Concreto e argamassa - Determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro: ABNT 2010.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR-7215 (Cimento Portland - Determinação da resistência à compressão). 1996.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 7211 (Agregados para concreto - Especificação). 2009.

AMARAL JÚNIOR, J. C. Avaliação da influência da adição de fibras poliméricas nas propriedades térmicas e mecânicas do concreto. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Materiais) - Centro Federal de Educação de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2016, 101p.

ALI, M; LI, X; CHOUW, N. Experimental investigations on bond strength between coconut fibre and concrete, *Materials and Design*, v. 44, p. 596-605, 2013.

BONATO, M. M; PORTELLA, M. O. G; VIEIRA, M. E; BRONHOLO, J. L; SANTOS, J. C. M; CERQUEIRA, D. P. Argamassas fotocatalíticas e concretos com adição de fibras de coco e sisal para redução de impactos ambientais de gases poluentes. *Cerâmica* (Online), v. 60, p. 537-545, 2014.

IBGE. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola – LSPA. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9201-levantamento-sistemico-da-producao-agricola.html?=&t=o-que-e>> Acesso em: 28 jul. 2019.

SALVADOR, R. P. Análise comparativa de métodos de ensaio para caracterização do comportamento mecânico de concreto reforçado com fibras. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2013. 178p.

SMITH, W. F; HASHEMI, J. Fundamentos de engenharia e ciência dos materiais. 5. ed. Porto Alegre: AMGH, 2012. 734 p.

SANTOS, E. F. Efeitos de agentes de acoplamento em compósitos de polipropileno com fibras de coco. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul: UFRGS. Porto Alegre, 2007. 81p.

SILVA, E. J; SILVA, P. D; MARQUES, M. L; FORNARI, C. M. C; VELASCO, F. G; LUZARDO, F. M. Resistência à compressão de argamassas em função da adição de fibra de coco. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* (Online), v. 18, p.1268-1273, 2014.

SILVA, G.O; JERÔNIMO. C. E. Estudo de alternativas para o aproveitamento de resíduos sólidos da industrialização do coco – Monografias Ambientais REMOA/UFSM v(10), nº 10, p. 2193 – 2208 (e-ISSN: 2236-1308). 2012.