

AValiação DA SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DO AGREGADO GRAÚDO POR FIBRAS DE COCO EM CONCRETOS

ELAINE E. R. SILVA¹, MAILSON D. S. BARBOSA², MARIA E.S. PEDROZA³, SAMUEL P. C. ARAÚJO⁴, RAYANDERSON S. SOUSA⁵, YASMIM S. OLIVEIRA⁶

¹ Graduanda em Engenharia Civil – Instituto Federal do Ceará/IFCE, elaine.evelyn07@aluno.ifce.edu.br

² Graduando em Engenharia Civil – Instituto Federal do Ceará/IFCE, mailson.barbosa.04@aluno.ifce.edu.br

³ Graduanda em Engenharia Civil – Instituto Federal do Ceará/IFCE, dudadereco@gmail.com

⁴ Graduando em Engenharia Civil – Instituto Federal do Ceará/IFCE, Samuel.araujo60@aluno.ifce.edu.br

⁵ Mestre em Engenharia Civil - rayanderson.saraiva@ifce.edu.br

⁶ Graduanda em Engenharia Civil – Instituto Federal do Ceará/IFCE, silvayasmim@gmail.com

RESUMO

O estudo investiga a viabilidade de incorporar fibras de casca de coco no concreto, em formato cúbico e sem restrições de aplicação, visando analisar sua resistência comparativa e características. A fibra de coco é escolhida pela sua viabilidade técnica e redução de custos, aproveitando um recurso renovável. Ensaio mecânicos revelam variações na consistência e uma marcante redução na resistência à compressão em relação ao concreto de referência, dependendo da aplicação. Os resultados indicam viabilidade técnica sob condições específicas, destacando a adaptabilidade do material.

Palavras-chave: Concreto, fibra de coco, resistência à compressão, viabilidade técnica.

ABSTRACT

The study investigates the viability of incorporating coconut husk fibers into concrete without application restrictions, aiming to analyze their comparative strength and characteristics. Coconut fiber is chosen for its technical feasibility and cost reduction, leveraging a renewable resource. Mechanical tests reveal variations in consistency and a significant reduction in compressive strength compared to reference concrete, depending on the application. The results indicate technical viability under specific conditions, highlighting the material's adaptability.

Keywords: Concrete, coconut fiber, compressive strength, technical viability.

1. INTRODUÇÃO

A construção civil, fundamental para a economia brasileira, representou 4,7% do Produto Interno Bruto (PIB) em 2019, mantendo-se como um setor essencial (IBGE, 2021). Com aproximadamente 7,69 milhões de pessoas ocupadas em 2017, correspondendo a 7,57% da população ocupada total do Brasil, a construção civil continua a desempenhar um papel crucial nos indicadores macroeconômicos e no desenvolvimento social (IBGE, 2017; IBGE, 2021). Contudo, essa importância econômica está associada a desafios ambientais, visto que o setor é reconhecido como um grande gerador de impactos devido ao intenso consumo de recursos naturais e à considerável produção de resíduos.

Para harmonizar o crescimento econômico com a preservação ambiental, é crucial que as necessidades atuais sejam atendidas sem comprometer os recursos para as gerações futuras. A escolha da fibra de coco como foco deste estudo é justificada por sua ampla disponibilidade e pelo seu grande potencial de contribuir para práticas sustentáveis na construção civil. Sua utilização oferece uma oportunidade de reduzir a dependência de matérias-primas não renováveis, além de permitir a reutilização de resíduos, apresentando-se como uma abordagem inovadora e promissora (CORDEIRO et al., 2012).

No setor da construção civil, onde o concreto é o material dominante, a introdução de fibras naturais surge como uma alternativa eficaz para reduzir a extração excessiva de recursos naturais empregados em compósitos cimentícios. A fibra de coco, em particular, destaca-se por sua abundância e versatilidade, proporcionando benefícios tanto em termos de resistência mecânica quanto de sustentabilidade (JOHN, 2000).

A incorporação aleatória de fibras de coco no concreto revela seu potencial para limitar o surgimento de fissuras, proporcionando maior ductilidade após a fissuração. A resistência e aderência dessas fibras à matriz cimentícia são fatores decisivos que podem melhorar as propriedades finais do concreto, reduzindo a formação de fissuras indesejadas (TOLEDO FILHO et al., 2005).

Este estudo oferece uma visão abrangente dos procedimentos adotados, destacando a importância da fibra de coco como um elemento promissor na criação de materiais de construção mais sustentáveis e duráveis (SERRA & SANTOS, 2016).

Deste modo, este estudo não apenas aborda desafios específicos relacionados à destinação de resíduos, mas também se insere em um contexto mais amplo de busca por soluções tecnológicas que fomentem práticas construtivas sustentáveis. A introdução de fibras de coco no concreto representa uma perspectiva inovadora para aprimorar as propriedades mecânicas do material, contribuindo, simultaneamente, para a preservação ambiental e o desenvolvimento econômico no setor da construção civil. Como destacado por Ahmad e Memon (2017), o uso de fibras naturais, como as de coco, pode melhorar as propriedades mecânicas do concreto e promover a sustentabilidade, ao mesmo tempo em que utiliza materiais de resíduos, alinhando-se com as práticas de construção sustentável.

2. METODOLOGIA

Todas as etapas presentes nesse item foram seguidas de acordo com as NBR 9778(2005), NBR67(1998) e NBR 5739 (2018).

2.1. Materiais para a realização dos ensaios

Para a realização dos ensaios, foram utilizados 04 corpos cilíndricos, com diâmetro de 10cm e altura de 20cm. No intuito de melhor explorar e determinar quais principais características do concreto, haverá uma divisão de duas composições diferentes, contendo cada uma duas unidades de corpo de provas, sendo nomeadas como CP REF (Corpo de prova de referência) e CP SUB (Corpo de prova de substituição). Os materiais utilizados na composição da mistura foram os tradicionais, sendo eles: cimento, areia, brita e água. Para efeitos de comparação, apenas no CP SUB levará água destilada e substituição parcial de fibra de coco.

Os agregados, miúdo e gráudo utilizados, fornecidos pelo Laboratório de Mecânica dos Solos do IFCE - Quixadá, foram caracterizados pelos ensaios de granulometria, massa específica real, conforme as normas NBR NM 248 (ABNT, 2003) e NBR NM 52 (ABNT, 2003). Os resultados são apresentados na tabela 1.

Tabela 1 - Resultados dos ensaios realizados na caracterização dos agregados

Agregado	Diâmetro máximo (mm)	Módulo de finura	Massa específica real (Kg/m ³)
Miúdo (Areia)	2,4 mm	2,5 mm	2640 kg/m ³
Gráudo (Brita 1)	25 mm	-	2743 kg/m ³

A água potável usada para confecção dos compósitos foi obtida da rede de distribuição do IFCE – Campus Quixadá para a amostra 1 e água destilada obtida no laboratório de química do IFCE do mesmo campus.

O cimento Portland, utilizado nesta pesquisa, foi o CP V ARI 32 MPa, com massa específica de 3090 kg/m³, fornecidos pelo Laboratório de Mecânica dos Solos do IFCE – Quixadá.

A fibra de coco utilizada na forma cúbica, com massa específica 1177 kg/m³, substitui 13,5% da massa total do agregado gráudo (brita), foram obtidos comércio local da cidade Quixadá/Ce.

2.2 Traço das amostras

Dessa forma, com base nas características dos materiais utilizados, e utilizando o método de dosagem de concreto da ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland) proposto por Rodrigues (1998), seguindo a ordem no traço de referências de cimento, areia, brita e água e o traço com substituição de cimento, areia, brita, fibra de coco e água respectivamente, em volume, chegaram-se aos índices de consumo, cujos valores são apresentados na tabela 2.

Tabela 2 - Dosagem dos compósitos

Mistura	Traço	Cimento (kg/m ³)	Areia (kg/m ³)	Brita (kg/m ³)	Água (kg/m ³)	Fibra de coco (kg)
CP REF	1:1,68:2,70:0,49	323,6	636,36	981,82	0,490	0,0
CP SUB	1:1,68:2,34:0,36:0,49	323,6	636,36	849,28	0,490	132,54

2.3 Confeção do concreto

Após determinar a quantidade de materiais que serão utilizados, a próxima etapa consiste em combinar as matérias-primas para formar o concreto. Existem diferentes métodos para realizar essa mistura, podendo ser feita manualmente ou com o auxílio de uma betoneira. Cada abordagem possui um procedimento específico, e qualquer durante essa fase pode resultar em perdas significativas de resistência. É crucial seguir cuidadosamente os métodos estabelecidos para garantir a integridade e a qualidade do concreto final.

O método escolhido para a condução deste ensaio foi o manual, considerando a execução em local apropriado e a disponibilidade de equipamentos. Embora simples, o procedimento frequentemente é mal aplicado em diversas construções no país. A abordagem correta envolve, inicialmente, é lançada a areia formando uma camada de 15cm, sobre a areia é colocado o cimento, com uma pá ou enxada mexe-se até conseguir uma mistura bem uniforme. Em seguida espalhar a mistura em uma camada de 15 a 20 cm para ser adicionado o agregado graúdo e misturado. Após a mistura, faz-se um monte e com um buraco (coroa) ao centro para adicionar a água aos poucos para que ela não escorra. Importante destacar que também é incorporada a fibra de coco nos traços correspondentes. Após a completa integração dos componentes e a formação do material desejado, inicia-se o primeiro ensaio no estado fresco, o slump teste e após este ensaio será a moldagem dos corpos de prova.

Durante o despejamento do concreto nos corpos de prova, conforme estabelecido pela norma, é necessário aplicar 12 golpes de um bastão metálico duas camadas do preenchimento total do cilíndrico. Essa prática visa eliminar espaços vazios e garantir a compactação adequada do concreto.

Após o preenchimento de todas as amostras, os corpos de prova são pesados para o ensaio de Determinação da massa específica do concreto fresco (NBR 9833) e após a pesagem é essencial permitir que o material repouse por 24 horas em um ambiente com temperatura controlada para possibilitar sua secagem adequada.

A cura compreende um conjunto de medidas destinadas a evitar a evaporação do concreto, ou seja, a perda de água nos primeiros dias após a formação. O período ideal pode variar de acordo com a qualidade dos materiais utilizados; neste estudo, as amostras foram submersas em um tanque no laboratório de mecânica dos solos por 28 dias.

Aos 28 dias foram realizados os ensaios de Determinação da absorção de água, índice de vazios e massa específica (NBR 9778), Determinação da absorção de água por capilaridade (NBR 9779), análise do rompimento à compressão.

Finalizado todo o processo de cura, aos 28 dias os corpos de provas foram rompidos por meio do ensaio de compressão.

3. TIPOS DE ENSAIO

3.1 Ensaios no estado fresco e teor de ar incorporado

Os ensaios para o controle de qualidade do concreto em estado fresco têm como objetivo verificar se o material atende aos requisitos especificados no projeto e nas normas técnicas.

3.1.1 Ensaio de abatimento de tronco de cone (slump test)

Este é o ensaio mais utilizado para medir a consistência do concreto convencional. Consiste em preencher um molde metálico em forma de cone com três camadas de concreto, cada uma delas adensada com 25 golpes de uma haste metálica. Em seguida, retira-se o molde e mede-se a diferença entre a altura inicial e final do concreto. Essa diferença é chamada de abatimento ou slump. Quanto maior o abatimento, mais fluido é o concreto (NBR 67:1998).

3.1.2 Ensaio de massa específica

Esta avaliação consiste em pesar uma amostra de concreto contida em um recipiente com volume conhecido, especificamente para determinar a massa por unidade de volume do concreto em estado fresco. A massa específica é obtida pela divisão da massa pelo volume (NBR 9833).

A massa específica está relacionada à composição e é importante para o controle de qualidade do concreto porque a densidade do concreto pode afetar sua resistência e durabilidade. A principal aplicação desse valor é no cálculo do consumo de cimento por metro cúbico de concreto — extremamente importante para a produção do concreto que será utilizado em determinada aplicação e para avaliar o teor de ar incorporado/aprisionado no material e é calculada pela fórmula 4.

$$\rho_{ap} = \frac{m}{v} * 1000 \quad (4)$$

Onde:

ρ_{ap} = Massa específica do concreto.

M = massa do concreto.

V = volume do recipiente.

3.2 Ensaios no estado endurecido

Os ensaios para o controle de qualidade do concreto no estado endurecido visam confirmar a conformidade do material com os requisitos estabelecidos no projeto e nas normas técnicas.

3.2.1 Determinação da absorção de água, índice de vazios e massa específica

Os ensaios são determinados pela NBR 9778/2005 – ABNT – “Argamassa e concreto endurecidos – Determinação da absorção de água, índice de vazios e massa específica”.

3.2.2 Absorção de água por imersão

Processo pelo qual a água é conduzida e tende a ocupar os poros permeáveis de um corpo sólido poroso. O cálculo de absorção, em porcentagem, é calculado pela expressão 5.

$$A = \frac{m_{sat} - m_s}{m_s} * 100 \quad (5)$$

Onde:

ρ_{ap} = Massa específica do concreto.
 M_{sat} = Massa da amostra saturada em água.
 M_s = Massa da amostra seca em estufa

3.2.3 Índice de vazios

Relação entre o volume de poros permeáveis e o volume total da amostra. Calculado, em porcentagem, pela expressão 6.

$$I_v = \frac{m_{sat} - m_s}{m_{sat} - m_i} * 100 \quad (6)$$

Onde:

M_{sat} = Massa da amostra saturada em água.
 M_s = Massa da amostra seca em estufa
 m_i = Massa da amostra imersa em água

3.2.4 Massa específica da amostra seca

Relação entre a massa e o volume de um material. Calculado pela expressão 7.

$$\rho_v = \frac{m_s}{m_{sat} - m_i} \quad (7)$$

3.2.5 Massa específica da amostra saturada

Cálculo da massa específica após a fervura. Calculada pela expressão 8.

$$\rho_{sat} = \frac{m_{sat}}{m_{sat} - m_i} \quad (8)$$

3.2.6 Massa específica real

Cálculo da massa específica real. Calculada pela expressão 9.

$$\rho_r = \frac{m_s}{m_s - m_i} \quad (9)$$

3.2.7 Determinação de absorção de água por capilaridade

O teste de capilaridade consiste em determinar a absorção de água através da ascensão capilar da argamassa endurecida. As especificações são feitas através da norma NBR 9779:2012 – Argamassa e concreto endurecidos – Determinação de absorção de água por capilaridade. Calculado pela expressão 10.

$$C = \frac{m_{sat} - m_s}{S} \quad (10)$$

4. RESULTADOS

A seguir, são apresentados os valores médios obtidos após a execução dos ensaios descritos no capítulo anterior. Os dados apresentados seguem as normas mencionadas e são visualizados por meio de tabelas e gráficos.

4.1 Ensaio de abatimento de tronco de cone (slump test)

De acordo com os resultados da tabela 2, pode ser avaliado o traço, o consumo de cimento, o fator água/cimento e o abatimento dos concretos dosado pelo método ABCP.

Os resultados de abatimento, obtidos pelo ensaio de abatimento do tronco de cone normatizado são apresentados na Tabela 2 que agrupa os dados experimentais medidos.

Tabela 2 – Resultados do ensaio de abatimento de cone (slump test)

CONCRETO	TRAÇO	RELAÇÃO A/C	CONSUMO CIMENTO (kg/m³)	Abatimento (mm)
CP REF	1:1,68:2,70	0,49	323,6	25

Inicialmente, nosso objetivo era de um índice de consistência de 90 ± 30 mm; no entanto, os resultados obtidos foram consideravelmente menores. Diante dessa discrepância, foi necessário ajustar a relação água/cimento, conforme calculado pela expressão 11. O propósito desse ensaio foi encontrar a quantidade adequada de água na mistura do concreto, seguindo as diretrizes normativas para atingir o índice de consistência desejado.

$$C_a = C_{ai} \left(\frac{Sti}{Sti} \right)^{0,1} \quad (11)$$

Após as análises, constatamos que a relação água/cimento ideal era de 0,55. Essa descoberta impacta diretamente na trabalhabilidade e resistência do concreto.

4.2 Ensaios no estado endurecido

4.2.1 Absorção de água, índice de vazios

Os resultados do ensaio de absorção de água por imersão foram compilados na Tabela 3, fornecendo informações detalhadas sobre os índices de vazios e as massas específicas correspondentes. Adicionalmente, as figuras 1 e 2 foram elaborados para visualizar de maneira mais abrangente as variações na absorção e nos índices de vazios ao longo do experimento.

Figura 1 – Absorção por imersão

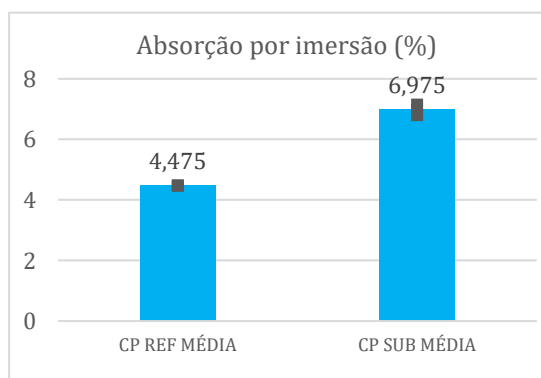
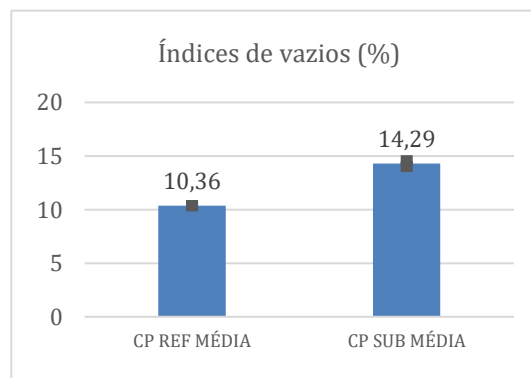


Figura 2 – Índices de vazios



Os resultados obtidos destacam uma correlação evidente entre os índices de vazios mais elevados e a maior absorção de água, especialmente notável no concreto de substituição. Este último registrou uma média de absorção de água significativamente superior, atingindo 14,29%, com um pico de 6,98% na absorção. Neville (2011) ressalta que a compactidade dos agregados desempenha um papel crucial, influenciando diretamente na porosidade do concreto, sendo agregados mais compactos associados a uma menor porosidade. Vale destacar que a substituição parcial de 13,5% do agregado graúdo brita por fibras de coco em formato cúbico é um aspecto relevante nessa análise.

Além disso, a discussão de Mehta e Monteiro (2013) enfatiza a importância do grau de compactação durante a mistura e preparação do concreto. Uma compactação inadequada pode contribuir significativamente para o aumento da porosidade. Adicionalmente, como apontado por Kosmatka, Kerkhoff e Panarese (2002), variações na proporção água/cimento durante a mistura também podem ocorrer, exercendo influência direta nos índices de vazios.

Cada um desses fatores contribui de maneira única para as características porosas do concreto, destacando a necessidade crítica de um controle rigoroso e uma compreensão abrangente do processo de produção para uma interpretação precisa e completa desses resultados.

A análise da massa específica seca nas amostras revela uma redução generalizada em todos os concretos em relação à referência, indicando impactos decorrentes da substituição parcial da brita pela fibra de coco. Esse fenômeno é explicado pela alteração nas massas dos corpos de prova, apesar da manutenção dos volumes. Observa-se que a média do CP SUB apresentou uma redução de 14,5% na massa específica seca em relação ao CP REF. Isso pode ser atribuído à presença de ar, resultando em uma maior quantidade de vazios e, conseqüentemente, uma massa menor.

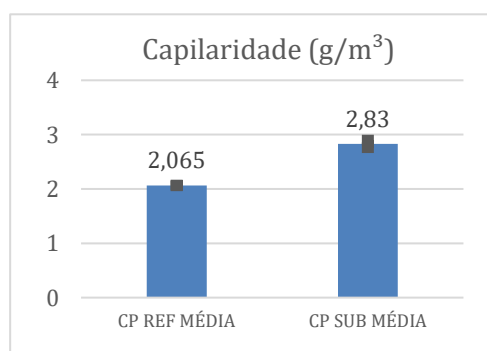
Ao abordar a massa específica saturada, que considera a relação entre a massa do material saturado e o volume total, incluindo poros permeáveis e impermeáveis, verifica-se uma redução esperada nos valores da CP SUB em relação ao CP REF. Esse comportamento reitera as implicações da substituição do agregado convencional pela fibra de coco. Como destacado por Neville (2011), a presença de vazios no concreto pode influenciar diretamente na massa específica, sendo um fator relevante a ser considerado nessa análise.

Além disso, conforme discutido por Mehta e Monteiro (2013), variações nas propriedades físicas do concreto, podem resultar em mudanças na massa específica. Esses fatores ressaltam a complexidade da interação entre os componentes do concreto e a importância de uma compreensão abrangente para interpretar adequadamente as variações observadas.

4.2.2 – Absorção de água por capilaridade

A determinação da absorção por capilaridade foi conduzida de acordo com a norma NBR 9779 (ABNT, 2012), com os resultados coletados após um período de 72 horas. As médias dos valores obtidos podem ser visualizadas na figura 3.

Figura 3 – Resultado do Ensaio de Capilaridade

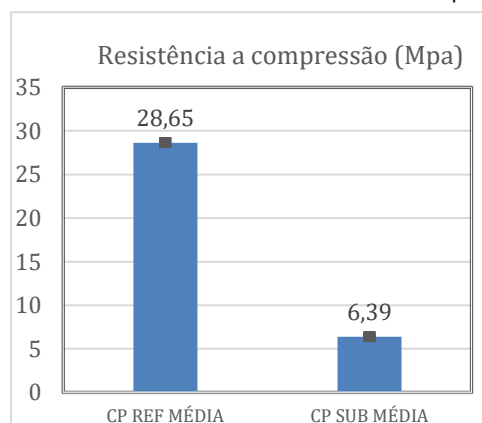


Ao analisar os resultados da absorção de água por capilaridade nos corpos de prova cilíndricos, observa-se um aumento significativo na absorção para o CP SUB. Após as 72 horas de ensaio, verificou-se que o CP SUB absorveu 37% a mais de água em comparação com o CP REF. Essa variação destaca a influência da substituição parcial de brita por fibra de coco na capacidade de absorção de água do concreto, conforme evidenciado por diversos estudos (Smith et al., 2018; Silva e Santos, 2020). Esse aumento na absorção pode ser atribuído às características porosas da fibra de coco e à sua interação com a matriz de concreto, resultando em uma maior permeabilidade capilar (Gomes e Lima, 2019). Esses resultados são consistentes com pesquisas anteriores que indicam a influência direta da incorporação de materiais alternativos na absorção de água pelo concreto (Ferreira et al., 2017).

4.2.3 Ensaio da determinação da resistência a compressão

Os resultados da resistência à compressão dos corpos de prova (CP) de concreto estão apresentados na figura 4, destacando as diferenças entre o concreto de referência (CP REF) e o concreto com substituição parcial por fibra de coco (CP SUB).

Figura 4 – Resultado do ensaio de Resistência a compressão



No concreto de referência, as médias da resistência à compressão, conforme os corpos de prova CP REF1 e CP REF2, foram respectivamente 27,5 MPa e 29,8 MPa. A média geral do CP REF, calculada a partir desses resultados, foi de 28,65 MPa, com um desvio padrão de 1,6263. Esses valores indicam a resistência típica do concreto de referência, com o desvio padrão fornecendo uma medida da consistência nos resultados, conforme Neville (2011).

No caso do concreto com substituição parcial por fibra de coco, os valores de resistência à compressão foram notavelmente inferiores. Os corpos de prova CP SUB1 e CP SUB2 apresentaram resistências de 7,43 MPa e 5,35 MPa, resultando em uma média de 6,39 MPa para o CP SUB, com um desvio padrão de 1,04. A redução substancial na resistência à compressão do CP SUB em comparação com o CP REF reflete o impacto negativo da substituição parcial por fibra de coco, concordando com os achados de Mehta e Monteiro (2013).

Os desvios padrão em ambos os conjuntos de resultados indicam a variabilidade nas medições experimentais, sendo essencial para avaliar a confiabilidade e consistência dos resultados obtidos durante os ensaios de resistência à compressão do concreto. Além disso, a análise dos resultados de compressão deve ser associada à densidade e porosidade do material. Conforme apontado por Mehta e Monteiro (2014), a porosidade desempenha um papel crucial na resistência do concreto: quanto maior a porosidade, menor tende a ser a resistência, pois a presença de vazios reduz a densidade e, conseqüentemente, a capacidade do concreto de suportar cargas compressivas. Assim, concretos com menor porosidade e maior densidade apresentam melhor desempenho nos ensaios de compressão, refletindo uma estrutura interna mais compacta e resistente.

5 CONCLUSÃO

Em síntese, a pesquisa abordando a substituição parcial de agregados graúdo por fibras de coco no concreto proporcionou uma visão abrangente sobre os impactos desse processo. A seleção estratégica da fibra de coco como material sustentável mostrou-se economicamente viável e ecologicamente amigável, emergindo como uma alternativa inovadora na produção de concretos mais sustentáveis.

Os ensaios mecânicos, incluindo resistência à compressão, absorção de água e características porosas, revelaram que o concreto com substituição parcial apresentou desempenho inferior em comparação com o concreto de referência. A resistência à compressão, fundamental para a durabilidade e segurança estrutural, demonstrou uma redução significativa, corroborando desafios associados à incorporação de fibras de coco.

A análise de absorção de água evidenciou maior porosidade e absorção no concreto com fibras de coco, destacando a influência direta na massa específica seca e saturada. A variação observada nessas propriedades fundamentais ressalta a necessidade de ajustes cuidadosos nas proporções e processos de mistura ao incorporar fibras naturais, o que pode ser relevante em cenários onde a capacidade de retenção de água é desejada, como em elementos decorativos ou paisagísticos.

Quanto aos índices de vazios e a massa específica, os resultados indicam uma maior porosidade no concreto com fibras de coco. Essa característica, conforme destacado por Kosmatka, Kerkhoff e Panarese (2002), pode influenciar na durabilidade e isolamento térmico, sugerindo aplicações em elementos não estruturais.

Portanto, as propriedades específicas do concreto com fibras de coco apontam para seu uso em contextos onde a resistência moderada, capacidade de retenção de água e porosidade controlada são requisitos adequados, como em elementos decorativos, paisagísticos ou não estruturais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 5739**: Concreto - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos. 1994.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 9778**: Argamassa e concreto endurecidos - Determinação da absorção de água, índice de vazios e massa específica. 2005.
3. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 9779**: Argamassa e concreto endurecidos - Determinação da absorção de água por capilaridade. 2012.
4. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 9833**: Execução de concreto dosado em central - Procedimento. 2008.
5. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. (IBGE). Pesquisa Anual da Indústria da Construção. 2021. Disponível em: . Acesso em: [10/12/2022].
6. **KOSMATKA, S. H., KERKHOFF, B., & PANARESE, W. C.** (2002). Projeto e Controle de Misturas de Concreto. Portland Cement Association.
7. **MENDONÇA, A. A.** 2020. Utilização de fibra de coco de maneira sustentável adicionada ao concreto para redução de custos. Trabalho de conclusão de curso de Engenharia Civil, Centro Universitário do Rio Grande do Norte (UNI-RN), Natal/RN.
8. **MEHTA, P. K., & Monteiro, P. J. M.** Concreto: Estrutura, Propriedades e Materiais. 2. ed. São Paulo: Ibracon, 2013.
9. **NEVILLE, A. M.** Propriedades do concreto. 4. ed. São Paulo: Pini, 2011.
10. **RODRIGUES, C.** **Método de dosagem de concreto da ABCP.** Associação Brasileira de Cimento Portland, 1998.
11. **TEIXEIRA NETO, A. G., GABRI, G. L., FREITAS, J. S., & POLICARPO DA CONCEIÇÃO, J. W. da S.** 2021. Fabricação do concreto com adição de fibra de coco / Concrete manufacture with the addition of coconut fiber. Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação, volume 7, 180 páginas