



10° EIC

Encontro de Iniciação Científica

09, 10, 11, 12 e 13 de
dezembro de 2025 no
IFNMG-Campus Pirapora



Realização da Coordenadoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação do IFNMG-Campus Pirapora

RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DE SOLO-CIMENTO COM FIBRAS DE COCO E SISAL

DURÃES, N. F.¹; NOGUEIRA, P. W. S.²; SANTOS A. S.³

¹ Discente do curso superior do IFNMG – Campus Pirapora);

² Discente do curso superior do IFNMG – Campus Pirapora);

³ Docente do curso superior do IFNMG – Campus Pirapora).

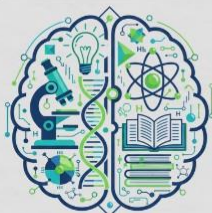
Palavras-chave: Fibras vegetais. Coco. Sisal. Compressão simples.

Introdução

O uso de materiais estabilizados com cimento é amplamente difundido na engenharia civil, sendo uma técnica empregada há anos para melhorar o comportamento de solos naturais em diferentes aplicações construtivas. Desde períodos antigos, estruturas eram erguidas utilizando misturas de solo e aditivos para aprimorar suas propriedades, o que evidencia a longa trajetória do uso de soluções estabilizadas (MONTOVANI et al., 2013). Nesse contexto, o solo-cimento se destaca como um compósito constituído basicamente por solo, cimento e água, obtido por meio da homogeneização e compactação da mistura. Tal material apresenta vantagens como baixo custo, abundância de matéria-prima local, facilidade de execução e redução da demanda por agregados convencionais, sendo amplamente empregado em pavimentação, bases e sub-bases de estradas, obras de contenção e elementos arquitetônicos de baixo impacto ambiental.

Com o avanço das pesquisas voltadas à sustentabilidade, cresce o interesse por alternativas que reduzam o impacto ambiental de materiais utilizados na construção civil. Entre essas possibilidades, destaca-se o uso de fibras vegetais em matrizes cimentícias, as quais têm se mostrado promissoras devido à sua origem renovável, baixa energia incorporada e propriedades mecânicas favoráveis, especialmente a elevada resistência à tração. Fibras como as de coco e sisal apresentam ampla disponibilidade no Brasil, além de contribuírem para o aproveitamento de resíduos agroindustriais que, muitas vezes, seriam descartados inadequadamente.

Nesse cenário, a incorporação de fibras vegetais ao solo-cimento surge como uma estratégia potencial para melhorar o desempenho mecânico do material, reduzindo a propagação de fissuras e aumentando sua tenacidade. Assim, este trabalho investiga a resistência à compressão axial de misturas de solo-cimento reforçadas com fibras de coco e sisal, comparando seu comportamento com o solo-cimento convencional. O objetivo geral consiste em avaliar o desempenho mecânico do solo-cimento com a adição de 1% das fibras em relação a massa de solo-cimento seco, analisando separadamente o solo-cimento com fibra de sisal e o solo-cimento com fibra de coco. Como objetivos específicos, incluem-se a caracterização física do solo, a análise da umidade de equilíbrio das fibras e a realização de ensaios de compressão simples conforme a ABNT NBR 12025, visando identificar se a adição das fibras resulta em aumento ou redução da resistência quando comparada ao solo-cimento sem fibras.



Material e métodos

O solo utilizado neste estudo foi coletado no município de Pirapora–MG e passou por etapas preliminares de secagem ao ar, destorroamento e peneiramento, seguindo as recomendações da NBR 6457 (ABNT, 2016). Em seguida, foram realizados os ensaios de caracterização geotécnica, incluindo limite de liquidez (NBR 6459), limite de plasticidade (NBR 7180) e análise granulométrica (NBR 7181), permitindo a determinação das propriedades físicas do solo, essenciais para sua classificação.

A dosagem do solo-cimento seguiu os critérios da NBR 12253, utilizando-se 7% de cimento Portland CP II em relação à massa de solo seco. O ensaio de compactação Proctor (NBR 12023) foi executado para a determinação da umidade ótima e massa específica seca máxima, obtendo-se uma umidade ótima de aproximadamente 11,3%, adotada na moldagem dos corpos de prova.

As fibras vegetais utilizadas — coco e sisal — foram previamente selecionadas e cortadas em segmentos de aproximadamente 3 cm. Antes da incorporação às misturas, as fibras passaram por um ensaio simples de absorção de água conforme metodologia descrita por Damasceno Filho (2018). Os resultados indicaram absorção de 127,26% para as fibras de coco e 154,62% para as fibras de sisal, valores que foram considerados na etapa de moldagem dos corpos de prova, de modo a evitar variações indesejáveis no teor de umidade das misturas.

A proporção de fibras adotada foi de 1% em massa em relação ao solo seco, preparando-se misturas distintas para cada tipo de fibra. Os corpos de prova cilíndricos foram moldados conforme a NBR 12024, utilizando três amostras para cada grupo experimental: solo-cimento sem fibras, solo-cimento com fibra de coco e solo-cimento com fibra de sisal, totalizando nove amostras. Após a moldagem, as amostras foram submetidas a 28 dias de cura, sendo os primeiros 7 dias em ambiente úmido e os demais 21 dias em ambiente ventilado. O ensaio de compressão simples foi realizado conforme a NBR 12025 (ABNT, 2012), registrando a carga máxima de ruptura e a tensão correspondente para análise comparativa entre as misturas.

A tabela a seguir apresenta a composição dos traços dos corpos de prova com e sem a adição das fibras.

Tabela: 1 Composição dos traços dos corpos de prova

CORPOS DE PROVA COM E SEM FIBRA						
	Identificação	Massa de solo (g)	Massa de cimento ¹ (g)	Massa de fibra de coco ² (g)	Massa de fibra de sisal ³ (g)	Massa de água (g)
Sem fibra	C.P.1	2500	175	0	0	302,275
	C.P.2	2500	175	0	0	302,275
	C.P.3	2500	175	0	0	302,275
Fibra de coco	C.P.4	2500	175	26,75	0	336,32
	C.P.5	2500	175	26,75	0	336,32
	C.P.6	2500	175	26,75	0	336,32
Fibra de sisal	C.P.7	2500	175	0	26,75	343,64
	C.P.8	2500	175	0	26,75	343,64
	C.P.9	2500	175	0	26,75	343,64

¹. Massa de cimento em relação a massa de solo em 7%.

². Massa de fibra de coco em relação a massa de solo-cimento em 1%.

³. Massa de fibra de sisal em relação a massa de solo-cimento em 1%.

Fonte: Autores

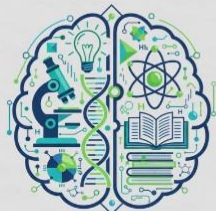


Figura - 1 Corpos de prova secados antes do rompimento



Fonte: Autores

Figura - 2 Fibra de coco

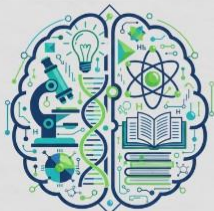


Fonte: Autores

Figura - 3 Fibra de sisal



Fonte: Autores



Resultados e discussão

Os resultados obtidos nos ensaios de resistência à compressão simples permitem avaliar o comportamento mecânico das misturas de solo-cimento com e sem reforço de fibras vegetais. Inicialmente, observou-se que o solo-cimento convencional, composto apenas por solo e cimento, apresentou a maior resistência média entre os grupos analisados, atingindo 1,710 MPa, conforme apresentado na Tabela 2. Os valores individuais de tensão máxima oscilaram entre 1,545 e 1,839 MPa, resultando em um coeficiente de variação de 7,02%, indicando boa repetibilidade e homogeneidade das amostras moldadas.

Para as misturas adicionadas com fibras de coco, verificou-se uma redução considerável na resistência, com média de 1,485 MPa, representando diminuição de 13,2% em relação ao solo-cimento convencional. Na Tabela 2 evidencia tensões máximas variando entre 1,222 e 1,526 MPa, com coeficiente de variação de 13,46%. Essa redução pode ser atribuída à dificuldade de distribuição homogênea das fibras na matriz, como constatado visualmente nas seções rompidas, onde se observou concentração localizada de fibras e pequenas zonas de vazios.

Já as misturas contendo fibra de sisal apresentaram média de aproximadamente 1,530 MPa, valor inferior ao do solo-cimento convencional, mas superior ao da mistura com fibra de coco. Também foi constatado visualmente nas seções rompidas, concentração localizada de fibras assim como nas misturas adicionadas com fibras de coco. Com tensões máximas variando entre 1,463 MPa e 1,582 MPa, apresentou um coeficiente de variação de 3,26%.

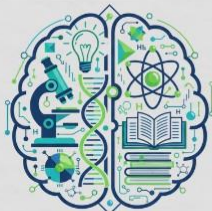
A redução de resistência pode estar associada à dificuldade de homogeneização das fibras na matriz cimentícia, formando regiões de vazios ou pontos de fraqueza. Isso é reforçado pelas observações visuais feitas durante a moldagem e após o rompimento dos corpos de prova, indicando concentração irregular de fibras.

Apesar de não aumentarem a resistência à compressão na proporção utilizada, as fibras vegetais podem apresentar benefícios em outras propriedades, como resistência à tração, controle de fissuração e tenacidade, o que justifica estudos complementares.

Tabela: 2 Comparativo dos resultados de resistência à compressão simples

Resistência (MPa) sem fibra		Resistência (MPa) c/ fibra de coco		Resistência (MPa) c/ fibra de sisal	
Individual	Média	Individual	Média	Individual	Média
1,839	1,710	1,526	1,485	1,463	1,530
1,545		1,707		1,546	
1,746		1,222		1,582	

Fonte: Autores



10° EIC

Encontro de Iniciação Científica

09, 10, 11, 12 e 13 de
dezembro de 2025 no
IFNMG-Campus Pirapora



Realização da Coordenadoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação do IFNMG-Campus Pirapora

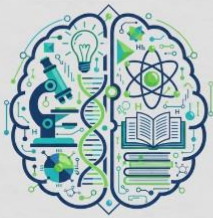
Considerações finais

Com base nos resultados, a adição de 1% de fibras de coco ou sisal ao solo-cimento não promoveu ganho de resistência à compressão simples. Comparando-se aos corpos de prova sem fibra, observou-se uma redução de aproximadamente 13,2% na resistência para compósitos com fibra de coco e 10,5% para aqueles com fibra de sisal. Conclui-se que, na proporção de 1%, as fibras vegetais estudadas não contribuíram para o aumento da resistência à compressão axial.

Para pesquisas futuras, recomenda-se a avaliação de diferentes teores de fibras, tratamentos superficiais das fibras, bem como ensaios de tração e flexão, que podem revelar benefícios mecânicos não observados na compressão simples.

Agradecimentos

Agradecemos ao Instituto Federal do Norte de Minas Gerais – Campus Pirapora pelo apoio financeiro para compra das fibras, ao Professor Áureo da Silva Santos pela orientação no projeto e o professor Breno Alcantara Silva pela dica no método de cura dos corpos de prova.



10° EIC

Encontro de Iniciação Científica

09, 10, 11, 12 e 13 de
dezembro de 2025 no
IFNMG-Campus Pirapora



Realização da Coordenadoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação do IFNMG-Campus Pirapora

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12023: Solo-cimento — Ensaio de compactação.** Rio de Janeiro, p. 11. 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12024: Solo-cimento - Moldagem e cura de corpos de prova cilíndricos — Procedimento.** Rio de Janeiro, p. 10. 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12025: Solo-cimento - Ensaio de compressão simples de corpos de prova cilíndricos — Método de ensaio.** Rio de Janeiro, p. 6. 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12253: Solo-cimento — Dosagem para emprego como camada de pavimento — Procedimento.** Rio de Janeiro, p. 7. 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6457: Amostras de solo — Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização.** Rio de Janeiro, p. 12. 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6459: Solo - Determinação do limite de liquidez.** Rio de Janeiro, p. 5. 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7180: Solo - Determinação do limite de plasticidade.** Rio de Janeiro, p. 3. 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7181: Solo - Análise granulométrica.** Rio de Janeiro, p. 12. 2012.

FILHO, D.; ESTEVÃO, F. **Utilização da fibra de coco como proposta de substituição de cimento em tijolos ecológicos de solo-cimento: uma análise físico-mecânica.** repositorio.ufersa.edu.br, 15 mar. 2018

MONTOVANI, ANDRÉ TONOLLI et al. **Utilização de cinzas de biomassa florestal na fabricação de tijolos ecológicos.** 2013.