



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA

Autorizada pelo Decreto Federal nº 77.496 de 27/04/76
Recredenciamento pelo Decreto nº 17.228 de 25/11/2016



PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
COORDENAÇÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

XXIX SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UEFS **SEMANA NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA - 2025**

Desenvolvimento experimental de um protótipo de um banco de praça em biomateriais

Stephane Rayssa Oliveira Freitas¹; Paulo Roberto Lopes Lima²

1. Stephane Rayssa Oliveira Freitas, PIBIC/CNPq, ENGENHARIA CIVIL, e-mail: stephanerayssa14@gmail.com

2. Paulo Roberto Lopes Lima, DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA, e-mail: prllima@uefs.br

PALAVRAS-CHAVE: Compósito cimentício; Fibra de juta; Mobiliário urbano.

INTRODUÇÃO

A modificação dos sistemas urbanos é essencial para cidades mais inclusivas, seguras e sustentáveis, em consonância com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU. Nesse contexto, destacam-se os sistemas construtivos sustentáveis, que reduzem o consumo de água e energia e incorporam materiais locais e renováveis.

A utilização de fibras vegetais como reforço em matrizes à base de cimento começou em 1975, visando substituir as coberturas de palha por elementos mais duráveis. No Brasil, estudos pioneiros do Centro de Pesquisas e Desenvolvimento (CEPED, 1982) na Bahia, com fibras de coco, sisal, bambu, piaçava e bagaço de cana-de-açúcar, detectaram a melhor performance do sisal. A partir de então, centros de pesquisa como a UFRJ e a UEFS desenvolveram matrizes aprimoradas, utilizando materiais como metacaolinita e cinza volante, para incorporar até 6% de fibras de sisal tratadas (LIMA et al., 2014). Esses avanços foram cruciais para viabilizar o uso de materiais cimentícios reforçados com fibras naturais em elementos estruturais.

Diante disso, esse projeto de pesquisa aplica modelagem paramétrica com Rhinoceros, Grasshopper e Karamba 3D para explorar geometrias de protótipos de bancos de praça, validando o tecido de juta como material versátil, avaliando compósitos cimentícios com fibras e tecidos vegetais, calibrando modelos computacionais e determinando a geometria e resistência mecânica dos bancos.

MATERIAL E MÉTODOS OU METODOLOGIA (ou equivalente)

A metodologia do projeto foi estruturada em etapas. Inicialmente, uma revisão bibliográfica mobiliário urbano, acessibilidade e materiais sustentáveis, destacando os biomateriais como alternativa ao concreto devido às altas emissões de CO₂. Na etapa de modelagem, três geometrias de bancos foram desenvolvidas no Rhinoceros 3D, com análises estruturais no Grasshopper e Karamba 3D via Método dos Elementos Finitos, simulando cargas equivalentes ao peso de dois usuários, o que permitiu a escolha da geometria mais eficiente.

A princípio, foi construída a forma de madeira forrada com papel contact usando massa vedante nas juntas para evitar vazamentos durante a moldagem. Em seguida, o reforço,

tecido de juta, foi lavado, cortado nas dimensões apropriadas e pesado para a realização da moldagem de duas amostras do protótipo do banco.

A matriz cimentícia foi formulada para alta resistência inicial, usando cimento CPV, sílica ativa (10%) e cinza volante (40%) como adições pozolânicas, visando maior durabilidade, refinamento da microestrutura e proteção das fibras da degradação alcalina. A relação água/cimento foi de 0,37, e um aditivo superplastificante foi adicionado para melhorar a trabalhabilidade.

O processo de produção da matriz na argamassadeira inclui etapas de adição sequencial de água, superplastificante e areia, com homogeneização em diferentes velocidades e desaglomeração manual. Sequencialmente a moldagem ocorreu em camadas, alternando matriz e tecido impregnado, removendo-se o excesso de material após a impregnação e posicionando cada peça de reforço na forma realizando o acabamento superficial com uma espátula.

Figura 1- Camada de tecido impregnada com a matriz sendo colocada no molde.



Fonte: Autor (2025).

Após a moldagem, a peça passou por uma cura úmida por dois dias, em seguida foi desmoldada e colocada em submersão em água por 28 dias para a cura final. Por fim, um ensaio mecânico de flexão foi realizado para testar a resistência da estrutura. O banco foi posicionado sobre dois apoios a 44 cm de distância e submetido a uma carga crescente e contínua em seu centro, utilizando uma Máquina Universal de Ensaio. A deflexão foi registrada por um deflectômetro, e o ensaio foi finalizado ao atingir um deslocamento de 9 mm, com os dados de carga e deflexão sendo registrados simultaneamente.

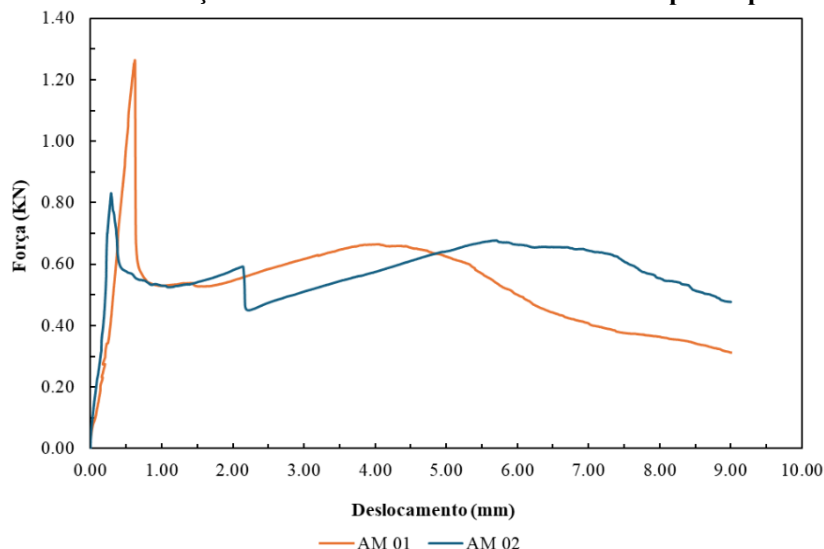
RESULTADOS E/OU DISCUSSÃO (ou Análise e discussão dos resultados)

Após a moldagem, as dimensões finais dos dois bancos foram medidas para caracterização geométrica da estrutura. A Amostra 1 apresentou variação dimensional relativamente baixa, com desvios padrão pequenos, indicando boa precisão da forma utilizada. Já a Amostra 2 teve maior diferença nas dimensões e desvios padrão mais altos, devido a uma falha na moldagem que exigiu o uso de escoras. Esses dados mostram a importância da precisão na moldagem para evitar irregularidades que possam comprometer a resistência.

O gráfico de força versus deslocamento, mostrado na Figura 2, ilustra o comportamento de ambas as amostras no teste de ruptura. As curvas revelam duas fases:

o comportamento elástico inicial da matriz e a fase pós-ruptura, na qual o reforço de fibras fornece resistência residual.

Figura 2- Gráfico de força versus deslocamento das amostras dos protótipos de bancos.



Fonte: Autor (2025).

Avaliando o comportamento das amostras, o protótipo CP01 demonstrou um pico de carga de 1,256 kN, superando significativamente o CP02, que atingiu 0,831 kN. A diferença entre os picos de carga, cuja média foi de 1,043 kN, é atribuída a uma falha de fabricação no CP02. Após o pico, ambas as amostras apresentaram uma queda abrupta de carga, indicando o surgimento da primeira fissura central (Figura 3). Observou-se, então, que o reforço de fibras de juta foi fundamental para impedir a ruptura total, fornecendo uma resistência residual média de 0,668 kN. Embora ambos os protótipos tenham exibido fissuras laterais, estas foram mais acentuadas no CP02, o que resultou em uma segunda queda brusca exibida no gráfico.

Para compreender o surgimento das fissuras, foi criado um modelo de pórtico no Ftool, simulando a carga no centro do banco. A carga gerou tensões de tração nas regiões inferiores e nas pernas. A fissura central ocorreu devido ao alto momento fletor, e as fissuras laterais em regiões de concentração de tensões combinadas (cisalhamento e flexão). Esses resultados mostram que a geometria e a uniformidade da matriz reforçada influenciam diretamente o desempenho mecânico do banco de praça.

Figura 3- Fissura central no protótipo do banco.



Fonte: Autor (2025).

O compósito de juta e matriz cimentícia foi avaliado por ensaios de flexão em três corpos de prova, cada um com duas camadas de tecido. Todos apresentaram comportamento linear na fase elástica até a primeira fissura, após a qual as fibras de juta atuaram como principal reforço, aumentando significativamente a tenacidade e controlando a propagação de fissuras. Os valores de tensão máxima variaram entre 2,5 e 3,57 MPa, enquanto a primeira fissura ocorreu entre 1,16 e 1,94 MPa, demonstrando que o material suportou cargas consideráveis antes do início da fissuração.

CONSIDERAÇÕES FINAIS (ou Conclusão)

A iniciação científica alcançou seu objetivo principal ao desenvolver e testar um protótipo de banco de praça utilizando o tecido de juta como reforço sustentável para compósitos cimentícios. A construção de duas amostras com a mesma geometria e a realização do teste de ruptura demonstraram que o material possui resistência à carga consistente e satisfatória, com uma força de ruptura média de 1,043 kN.

Esses resultados confirmam a viabilidade do uso do tecido de juta em mobiliário urbano, oferecendo vantagens tanto mecânicas quanto ambientais. O trabalho conclui que essa abordagem é promissora para a construção civil, e futuras pesquisas podem explorar novos tratamentos para as fibras e diferentes geometrias de protótipos, aprimorando ainda mais a aplicação do material.

REFERÊNCIAS

GRAM, H.E. (1988) Natural fibre concrete roofing. In: Natural fibre reinforced cement and concrete, V.5, Anais... Edited by R.N.Swamy, Blackie and Son Ltd, London, 1988: 257-285.

CEPED (1982). Utilização de fibras vegetais no fibro-cimento e no concreto-fibra. BNH-DEPEA, Rio de Janeiro, 1982.

LIMA, P. R. L., TOLEDO FILHO, R. D., MELO FILHO, J. A. (2014a) Compressive stress-strain behaviour of cement mortar composites reinforced with short sisal fibre. Materials Research (São Carlos. Impresso). 17, p.38 46.