



BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

DJIME ARAÚJO DE OLIVEIRA

REFORÇO DE CONCRETO COM MATRIZ DE FIBRAS DE SISAL

**Conceição do Coité-BA
2022**

DJIME ARAÚJO DE OLIVEIRA

REFORÇO DE CONCRETO COM MATRIZ DE FIBRAS DE SISAL

Artigo científico apresentado à Faculdade da Região Sisaleira como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: ?.

**Conceição do Coité-BA
2022**

Ficha Catalográfica elaborada por:

Joselia Grácia de Cerqueira Souza – CRB-Ba. 1837

O48r Oliveira, Djime Araújo de
Reforço de concreto com matriz de fibras de sisal.- Conceição
do Coité (Ba.), FARESI, 2022.
12 f.: il.
Referências: f. 11- 12
Artigo científico apresentado à Faculdade da Região Sisaleira
como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia
Civil.
Orientador: ?.
1. Conhecimento técnico. 2. Concreto armado. 3. Normas
técnicas. I. Título.

CDD : 620.137

REFORÇO DE CONCRETO COM MATRIZ DE FIBRAS DE SISAL

Djime Araújo de Oliveira¹

Orientador²

1 INTRODUÇÃO

A mistura de água, cimento, agregados e alguns aditivos resultam no concreto. A mistura final que o compõe, após ganhar resistência, possui um desempenho muito bom aos esforços de compressão gerados pelas estruturas, porém, nos esforços de tração, o concreto deixa a desejar (COLONETTI, 2017).

A compreensão deste estudo trás uma predominância em entender as microfibras de sisal no concreto, além do mais enfatiza a busca da implementação desse material como um recurso disponível e barato. Fica evidente que a proposta trará veracidade ao mundo acadêmico por se tratar de um estudo novo, isso enfatizará a necessidade de compreender utilizada em tal fabricação.

No entanto este trabalho busca compreender a eficiência do uso de microfibras de sisal no concreto para obter o ganho de resistência, acentuar a utilização das fibras de sisal no concreto em obras da construção civil, entender a importância da utilização das fibras de sisal no concreto, compreender a relevância da implantação desse material no concreto como fonte renovável e barata.

Com base nas referências bibliográficas este trabalho busca analisar o uso dessa matéria prima como reforço para o concreto. Assim, segundo Colonetti (2017), apoia-se o uso de tais fibras no intuito de obter ganho resistencial, diminuição da propagação de fissuras e diminuição do custo.

¹ Bacharelado em Engenharia Civil (FARESI).

² Professor orientador.

2 JUSTIFICATIVA

O mercado do sisal é de suma importância para a região nordeste, mais precisamente na Bahia, boa parte da economia é regida pelos rendimentos do sisal. Segundo a Companhia Sisal do Brasil (COSIBRA), o Brasil exportou no ano de 2021, 59,9 mil toneladas de sisal, dados oficiais do MDIC, O Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Este trabalho justifica se com o empenho de valorizar ainda mais o uso deste composto a fim de trazer uma expectativa de vida melhor economicamente falando para o homem do campo nordestino.

Este trabalho tem o intuito de dar uma saída rápida e prática para o engenheiro, de fortalecer os trabalhos empenhados na resistência do concreto como um compósito barato. No entanto a matéria prima é vastamente encontrada no interior baiano, sendo segundo senso do IBGE, os cinco municípios baianos que mais produziram a fibra, em 2020. Campo Formoso, Araci, Santaluz, Conceição do Coité, Várzea Nova respectivamente. tem um custo baixo de obtenção, o que faz então a fibra de sisal ser um material exploratório na engenharia civil.

Deixando claro que é um tema pouco pesquisado, que se tiver um estudo comprovado na eficácia do mesmo, vai alavancar uma vasta quantidade de informações indispensáveis. O composto pesquisado tem se mostrado como uma saída muito importante na substituição de alguns outros compostos, como por exemplo o Amianto, que foi proibido em diversos países, incluindo o Brasil, em 2017. Segundo estudos da Fiocruz “Não há dúvidas que o amianto é lesivo a saúde”.

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

O atual trabalho trata-se de uma pesquisa bibliográfica que se caracteriza como um trabalho desenvolvido frente a materiais já pesquisados e testados por outros pesquisadores, e é constituída de informações já presentes em livros e artigos científicos. Desta maneira sua finalidade encontra-se pautada em recuperar o conhecimento científico que já foi estudado, pesquisado e acumulado sobre determinado problema (GIL, 2008). É uma

pesquisa básica, pois não prevê uma aplicação dos estudos alicerçados servindo como base para aquisição de conhecimentos (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

A presente pesquisa é uma revisão da literatura, pois busca de maneira eficaz propor uma máxima aproximação com a realidade e, assim elucidar uma esfinge mencionada. Desta maneira, é compreensível que a pesquisa evoluciona uma ascensão bibliográfica (GIL, 2008).

Todavia, segundo Gil (2002, p. 3):

[...] a principal vantagem da pesquisa bibliográfica reside no fato de permitir ao investigador a cobertura de uma gama de fenômenos muito mais ampla do que aquela que poderia pesquisar diretamente. Essa vantagem torna-se particularmente importante quando o problema de pesquisa requer dados muito dispersos pelo espaço. Por exemplo, seria impossível a um pesquisador percorrer todo o território brasileiro em busca de dados sobre população ou renda per capita; todavia, se tem a sua disposição uma bibliografia adequada, não tem maiores obstáculos para contar com as informações requeridas. A pesquisa bibliográfica também é indispensável nos estudos históricos. Em muitas situações, não há outra maneira de conhecer os fatos passados se não com base em dados bibliográficos.

Com caráter de revisão na área da construção civil e das fibras de sisal como recurso, o levantamento de dados trata-se de uma etapa fundamental da pesquisa bibliográfica. Este trabalho será realizado através de um olhar crítico na identificação e seleção de artigos e trabalhos nas bases de dados LILACS, SCIELO, MEDLINE, BDEF, entre outros, com período de pesquisa entre os anos 1989 a 2022, devido à escassez de material didático neste sentido.

Os estudos serão selecionados por meio de descritores nas bases de dados supracitadas buscando maior aprofundamento do assunto e justificando a importância do mesmo. Para isso buscará por pareamento dos seguintes descritores: Fibras de sisal, concreto, microfibras, recursos renováveis, fabricação barata e ecológica, ganho de resistência, construção civil.

Assim, serão analisados os dados qualitativamente baseado no aparelhamento, bifurcação de integrações e sistematização onde o pesquisador consiga a manipulação das unidades variáveis, a fim de garantir a elaboração de sínteses, padrões e feitos importantes.

Após emparelhar os artigos de acordo com os descritores serão realizados fichamentos sistematizando as informações e buscando novos aprofundamentos sobre o tema. Desse modo para o referencial teórico não será utilizado nenhuma base para o ano do arquivo, apenas informações de trabalhos científicos que coadunam com a proposta do trabalho. Para apresentação de resultados e discussão serão selecionados pelos menos 06 artigos dentre os demais encontrados, com no máximo 33 anos desde a sua publicação, que também fazem referência ao objetivo geral do trabalho e aos específicos, sendo expostas através de discursões e teses dos autores, as principais informações sobre o mesmo e discutidos por autores que confrontam e/ou corroboram as ideias expostas nos artigos.

4 RESULTADOS

O uso de compósitos no concreto não é uma ideia nova ou recente. A natureza apresenta inúmeros exemplos onde a ideia dos compósitos está presente. A madeira, por exemplo, é um compósito fibroso constituído de uma matriz de lignina e pectina reforçada com fibras de celulose. Além dos compósitos naturais, o homem, desde a antiguidade, utiliza instintivamente o conceito de materiais compósitos ao combinar, por exemplo, palha e barro. Os avanços dos materiais tradicionais e o surgimento de novos materiais, como os polímeros, por exemplo, ampliaram significativamente as possibilidades de desenvolvimento de materiais compósitos. Assim surgiram os compósitos com matriz metálica ou matriz polimérica reforçados com fibras de vidro, carbono ou de aço. Atualmente, os materiais compósitos possuem várias aplicações nos mais diversos campos da engenharia, notadamente na indústria naval e de aviação (LIMA, 2004).

Um compósito pode ser considerado, de maneira geral, um material composto de duas ou mais fases (multifásico), sendo a maioria composta por apenas duas fases, uma é denominada matriz, que é contínua e envolve a outra fase denominada dispersa (CALLISTER Jr.; RETHWISCH, 2013). Ainda de acordo com os mesmos autores na tentativa de se obter a melhor combinação de propriedades, o compósito é formado de uma proporção significativa das fases constituintes, sendo que, as características do material

resultante são dadas em função das quantidades relativas, das propriedades das fases constituintes e da geometria da fase dispersa (forma, tamanho, distribuição e orientação das partículas ou fibras), (BORGES, 2017)

Nos materiais compósitos, as tensões solicitantes são resistidas por uma ação composta, onde parte da força é resistida pela matriz e parte é resistida pelas fibras. A transmissão de forças entre a fibra e a matriz é obtida por aderência que é definida como uma tensão cisalhante na interface entre a fibra e a matriz que a envolve (LIMA, 2004).

Quanto ao concreto devem ser atendidas as especificações contidas nas normas de acordo com a classe de agressividade ambiental a que a estrutura estiver submetida, as normas prescritas são citadas a seguir: a) ABNT NBR 6118:2014 – Projeto de estruturas de concreto – Procedimento. Essa norma deve ser consultada para a análise de tensões devido à retração na falta de ensaios específicos; b) ABNT NBR 8953:2015 – Concreto para fins estruturais – Classificação pela massa específica, por grupos de resistência e consistência. Essa norma deve ser consultada para estabelecer a consistência do concreto; c) ABNT NBR 12655:2015 – Concreto de cimento Portland – Preparo, controle, recebimento e aceitação – Procedimento e a ABNT NBR 7212:2012 – Execução de concreto dosado em central – Procedimento. d) ABNT NBR 5739: 2007 – Concreto – Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos. Essa norma deve ser consultada para a caracterização do concreto, o ensaio de resistência a compressão; e) ABNT NBR 9778:2009 – Argamassa e concreto endurecidos – Determinação da absorção de água, índice de vazios e massa específica. Essa norma deve ser consultada para os ensaios de massa específica, absorção de água e índice de vazios (BORGES,2017).

Sendo assim, é importante compreender que:

A adição de fibras naturais no concreto apresenta-se como alternativa bastante viável pelo baixo custo e sustentabilidade. Sua ação pode auxiliar a transferência de tensões no concreto, melhorando a capacidade pós fissuração, reduzindo a propagação das fissuras. O presente estudo tem como objetivo analisar o comportamento do concreto após a adição das fibras de sisal. Foram concretados oitenta corpos de prova cilíndricos com dimensões de 10x20 cm, seguindo parâmetros da NBR 5738:2003, com objetivo de efetuar a comparação de amostras de um concreto sem adição de fibras e amostras com teor de

0,3 %, 0,6 % e 0,9 % de fibras de sisal em relação ao volume de concreto. Foram executados os ensaios de resistência à compressão axial (NBR 5739:2007), módulo de elasticidade (NBR 8522:2008) e resistência à tração por compressão diametral (NBR 7222:2011) para cada amostra nos períodos de 28 e 150 dias. O ensaio de Difração de Raios X foi realizado para complementar o estudo, identificando as fases cristalinas formadas pela hidratação do concreto, bem como a microscopia eletrônica que mostrou o efeito e a interação que essa fibra teve à matriz cimentícia durante o processo de cura. Os estudos realizados mostraram redução na resistência e no módulo de elasticidade do concreto, bem como possível alteração nas propriedades da fibra durante o processo de cura, que foram adicionadas sem tratamento prévio às misturas. O concreto reforçado com fibras possui inúmeras vertentes como estudo sustentável e continua a ser explorado com propósito de melhorar seu desempenho (COLONETTI; GODINHO, 2017, p. 07).

Sobre o uso de fibras, por muito tempo a fibra de amianto foi utilizada com grande escala por muitas empresas. Mas mesmo com o ótimo desempenho da fibra de amianto, o uso desse material está sendo cada vez mais restrito devido aos riscos à saúde causados por sua inalação, como fibrose pulmonar e até câncer. Por ser nocivo à saúde, o amianto já foi proibido em 66 países e em alguns estados brasileiros (NOVAES, 2013). Com essa proibição a busca por um material com propriedades mecânicas semelhantes ao do amianto para emprego em materiais compósitos, tem sido motivo de pesquisas em todo o mundo.

Mesmo com o ótimo desempenho da fibra de amianto, o uso desse material está sendo cada vez mais restrito devido aos riscos à saúde causados por sua inalação, como fibrose pulmonar e até câncer. Por ser nocivo à saúde, o amianto já foi proibido em 66 países e em alguns estados brasileiros (NOVAES, 2013). Com essa proibição a busca por um material com propriedades mecânicas semelhantes ao do amianto para emprego em materiais compósitos, tem sido motivo de pesquisas em todo o mundo (BORGES, 2017)

Pesquisas comprovam, que o asbesto pode causar várias doenças (DEMENT et al, 1994). No Brasil, uma das empresas produtoras de elementos de amianto para construção civil, foram registrados 222 casos de funcionários doentes com distúrbios respiratórios, 188 casos de placas neurais, 98 casos de asbestose e 4 casos de câncer. Entre as mortes associadas ao amianto

confirmadas pela empresa, 6 foram por asbestose, 5 por câncer, 2 por mesotelioma e 1 por câncer de laringe (BRUM, 2001).

Por conta da proibição do amianto, alguns países iniciaram o desenvolvimento de pesquisas para substituição desta fibra nos produtos para construção civil. Desde 1976, vários tipos de fibras, tais como vidro, polipropileno, polyester, rayon, polyvinylalcohol e carbono, têm sido testados como reforço de matrizes à base de cimento, mas nenhuma delas conseguiu substituir o asbesto com o mesmo sucesso. Dentre os problemas o mais encontrado é a baixa durabilidade, com perda de tenacidade e resistência devido à alta alcalinidade da matriz, a baixa adesão ao cimento e a instabilidade química (STUDINKA,1989).

É de suma importância destacar a veracidade utilização de fibras naturais como agente de reforço de matrizes cimentícias tem sido amplamente estudada. Isso coaduna com o pensamento de Carvalho et al (2016), quando diz:

As fibras naturais, quando incorporadas em uma matriz, podem contribuir para o aumento da resistência mecânica, pois atua como ponte de ligação entre as partículas evitando o colapso do sistema. Além disso, quando há uma solicitação mecânica pode ocorrer a dissipação de energia da trinca através da fibra contribuindo para tenacificação do compósito. O sisal (*Agave sisalana*) é uma planta nativa do México e no Brasil, sua produção é mais expressiva na região nordeste. As fibras dessa planta geralmente são utilizadas na produção de cordas, barbantes, cabos marítimos e artesanato. Atualmente, as fibras de sisal têm sido utilizadas como agente de reforço em matriz cimentícia e os resultados no que se refere ao comportamento térmico, absorção e água e resistência mecânica mostraram-se bastante promissores. Nesse contexto, esse trabalho tem como objetivo avaliar a influência da adição de 1,5% em volume de fibra de sisal em matriz cimentícia para produção de blocos de concreto (CARVALHO; CAVALLINI NETO; CANDIDO, 2016 p. 23).

Contudo, fica evidente que:

O sisal (*Agave sisalana*, família Agavaceae) é uma planta originária do México que se espalhou rapidamente para outras regiões do mundo, como África, Europa e Ásia. Esta planta é resistente ao clima seco, ao sol intenso e é cultivada em regiões tropicais e subtropicais, sendo um plantio comum no nordeste brasileiro, principalmente nos estados da Bahia e Paraíba, os principais produtores de sisal, com quase um

milhão de trabalhadores dependendo diretamente dessa fibra para tirar seus sustentos (IZQUIERDO, 2014, p.13).

O ciclo de transformação da folha de sisal em fios naturais tem início aos 03 anos de vida da planta ou quando suas folhas atingem até cerca de 140 cm de comprimento, que podem resultar em fibras de 90 cm a 120 cm. As fibras representam apenas 4% a 5% da massa bruta da folha do sisal. As folhas são cortadas a cada 6 meses durante toda vida útil da planta, que é de 6 a 7 anos. Ao final desse período é gerada a haste de florescimento, a flecha, onde são formadas as sementes de novas plantas, constituindo uma característica dessa família, sua morte após essa etapa. A retirada das fibras é feita com a descarnação, esmagamento e raspagem do cerne das folhas em conjunto com um jato de água, seguida de secagem ao ar. Esses processos podem ser efetuados usando-se equipamentos mecânicos ou artesanalmente (PICANÇO, 2005).

No Brasil, a Bahia foi pioneira no estudo do uso de fibras naturais no concreto, pelo Centro de Pesquisas e Desenvolvimento, com a utilização de fibras de coco, sisal, bambu, piaçava e bagaço de cana-de-açúcar.

Algumas pesquisas obtiveram avanço, porém o desenvolvimento de produtos compósitos reforçados com fibras vegetais, como sisal e coco, ainda é incipiente, não sendo comercializado ainda, no Brasil, nenhum produto reforçado com as mesmas. Considerando a abundância de tipos de fibras naturais, sua disponibilidade e o baixo custo na produção, percebe-se um grande potencial ainda inexplorado. Aliado aos estudos experimentais, é preciso investigar mais profundamente os mecanismos internos de desenvolvimento de tensões e deformações entre fibra e matriz, de forma a entender o comportamento mecânico dos produtos quando submetidos a situações de serviço. Os mecanismos de deterioração do material ao longo do tempo precisam também ser compreendidos, de forma a se manter a integridade do produto por um tempo compatível com a vida útil daqueles ora utilizados. Somente desta forma é possível a utilização de compósitos de cimento reforçados com fibras vegetais, como as fibras de sisal, em elementos estruturais e produtos para construção civil (LIMA, 2004).

Toledo Filho e Sanjuán (1999) estudaram argamassas reforçadas com adições de pequenos volumes de fibras de sisal distribuídas aleatoriamente e

concluíram que ocorreu uma redução da retração plástica livre, retardando o aparecimento da primeira fissura e reduzindo a tendência de fissuração inerente das primeiras idades da matriz, devido o módulo de elasticidade das fibras ser maior que o do concreto nas idades iniciais. Ressalta-se que neste trabalho, a degradação das fibras vegetais nas matrizes cimentícias descrita anteriormente, não constitui uma preocupação no combate à retração, visto que a atuação principal das fibras seria nas primeiras idades, quando ainda não sofreram deterioração por ação da matriz (BORGES, 2017)

A importância real da cultura do sisal na economia do Brasil é a sua capacidade de tornar produtivas regiões semiáridas, sem outras alternativas econômicas, sendo um fator de sobrevivência para a população rural. Como exige um grande volume de mão-de-obra, essa cultura abre mercado de trabalho para aproximadamente 800 mil pessoas em mais de 40 municípios dos estados da Bahia e mais de uma dezena de municípios nos estados da Paraíba e do Rio Grande do Norte, desde o processo produtivo até o beneficiamento, fixando assim, o homem do campo e evitando o êxodo rural e a desertificação daquela região (LIMA, 2004).

5 CONCLUSÃO

O uso dos compósitos no concreto surgiu com ideia de melhorar a qualidade final do produto, visto que comprovadamente fica seguro, o que é uma alternativa válida também pelo custo benefício, sabendo-se que além de aumentar o desempenho mecânico do concreto o empenho das fibras ocupa espaço, o que conseqüentemente diminui o custo com o uso dos demais agregados a serem implementados na fabricação do concreto.

De modo que a engenharia é uma ciência que estuda a redução dos gastos com soluções estratégicas o implemento de mais uma alternativa de compósito, neste caso a fibra de sisal. Fibra que tem baixo custo de produção e venda e com vasto mercado no nordeste do Brasil, em principal o estado da Bahia, onde especificamente obtém de toda uma região denominada como a região sisaleira.

Diante do exposto, é válido ressaltar que o assunto apresenta dificuldades de conteúdo, visto que carece de estudos específicos, visando que

seria uma alternativa que de fato pode valorizar o setor econômico de toda uma região, que se assegura desta matéria prima.

Conclui-se com base nas pesquisas apresentadas ao longo deste trabalho, a importância de tratar com delicadeza a questão do uso da fibra de sisal como opção efetiva e viável economicamente, dada os fatores da sua eficácia. Visto que é necessário para a engenharia buscar alternativas e inovações, este estudo engloba o diálogo dentre os pesquisadores para que tratem o assunto como contundente.

REFERÊNCIAS

BORGES, A. P. S. N. **Estudo das propriedades de concretos com adição de fibras vegetais e de polipropileno para uso em paredes estruturais.** Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Federal de Uberlândia. - 2017.

BRUM, E. **A maldição do amianto Revista Época**, 16 de abril de 2001.

CALLISTER JR., W.D.; RETHWISCH, D.G. **Ciência e engenharia de materiais: uma introdução.** Tradução de Sergio Murilo Stamile Soares, revisão técnica de José Roberto Moraes d'Almeida(CALLISTER JR., 2013), 8a edição, Rio de Janeiro, LTC, 2013.

CARVALHO, R. R; CAVALLINI NETO, C, G; CANDIDO, V. S. **Utilização De Fibra De Sisal Como Agente De Reforço Em Matriz Cimentícia Para Fabricação De Blocos De Concreto.** Centro Universitário Augusto Motta – Unisuam, Universidade Federal do Pará – UFPA. Faculdade de Engenharia de Materiais – FEMat Campus Ananindeua. 2016.

COLONETTI, L M; GODINHO, D. S, S. **Estudo Das Propriedades De Concretos Com Adição De Fibras Vegetais E De Polipropileno Para Uso Em Paredes Estruturais.** Unesc - Universidade do Extremo Sul Catarinense – 2017/01

DEMENT, J.M; BROWN, D.P. AND OKUN, A. Follow-up study of chrysotile asbestos textile workers: cohort mortality and case-control analyses. **American Journal of Ind. Med.**; 26:431-437, 1994.

GERHARDT, T E; SILVEIRA, D. T. **Métodos de pesquisa;** coordenado pela Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS e pelo Curso de Graduação Tecnológica – Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS. – Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

IZQUIERDO, I. S. **Uso de fibra natural de sisal em blocos de concreto para alvenaria estrutural**. UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS DEPARTAMENTO DE ESTRUTURAS, 2011.

Janeiro, 2014.

LIMA, P. R. L. **Análise Teórica E Experimental De Compósitos Reforçados Com Fibras De Sisal, Universidade Federal Do Rio De Janeiro Como Parte Dos Requisitos Necessários Para A Obtenção Do Grau De Doutor Em Ciências Em Engenharia Civil**. Universidade Estadual de Feira de Santana 2004.

NOVAES, W. E **o Brasil continua a defender o amianto**. Estadão, São Paulo, 10, Mai 2013. Disponível em: <http://opinioao.estadao.com.br/noticias/geral,e-o-brasil-continua-a-defender-o-amianto-imp-,1030412>. Acesso em: 07 de fevereiro 2015.

PICANÇO, M. S. **Compósitos cimentícios reforçados com fibras de curauá**. 2005. 25 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

SILVA, O.; BELTRÃO, N. **O agronegócio do sisal no Brasil**, Brasília: Embrapa-SPI; Campina Grande: Embrapa-CNPA, 1999.

STUDINKA, J.B, **Asbestos sibstitution in the fibre cement industry, The international jounal of cement and lightweight concrete**. V.11, N.2,.May 1989.

SUDENE, **Boletim Conjuntural**, Disponível em: <http://www.sudene.gov.br/economicos/boletim/CoexpPrdoBA.html>. Acesso em dezembro de 2001.

TOLEDO FILHO, R. D.; SANJUAN, M. A. Effect of low modulus sisal and polypropylene fibre on the free and restrained shrinkage of mortars at early age. **Cement and Concrete Research**, v. 29, p. 1597-1604, 1999.