

Revisão do Reforço de Solos com Fibras Naturais em Aplicações Geotécnicas e Pavimentação

Paloma Cristina Alves

Graduanda, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, Brasil, palomacristina@alunos.utfpr.edu.br

Mariah Carneiro Dal Poz

Graduanda, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, Brasil, poz@alunos.utfpr.edu.br

Valéria Costa de Oliveira

Professora do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico, Porto Velho, Brasil, valeria.oliveira@ifro.edu.br

Eliana Fernandes dos Santos

Professora do Magistério Federal, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, Brasil, elianaf@utfpr.edu.br

Rodrigo Cesar Pierozan

Professor do Magistério Federal, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, Brasil, rodrigopierozan@utfpr.edu.br

RESUMO: O reforço de solos com fibras naturais tem se destacado como uma técnica sustentável e eficiente para melhorar as propriedades mecânicas dos solos em aplicações geotécnicas. Este artigo apresenta uma revisão sistemática da literatura com o objetivo de analisar os principais avanços, benefícios e desafios relacionados ao uso de fibras naturais no reforço de solos. A metodologia adotada seguiu as diretrizes do método PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*), garantindo transparência e rigor na identificação, seleção e análise dos estudos. A pesquisa foi conduzida na base de conhecimentos *Science Direct*, com critérios de inclusão e exclusão claramente definidos. Os resultados evidenciam que a incorporação de fibras naturais melhora significativamente a resistência ao cisalhamento, a estabilidade e a capacidade de deformação dos solos, além de oferecer vantagens ambientais devido à biodegradabilidade e à disponibilidade desses materiais. No entanto, a variabilidade das propriedades das fibras e a durabilidade em condições adversas ainda representam desafios a serem superados. Conclui-se que o uso de fibras naturais é uma alternativa promissora para o reforço de solos, especialmente em projetos que buscam aliar desempenho técnico e sustentabilidade ambiental.

PALAVRAS-CHAVE: Reforço de solos, fibras naturais, geotecnia, sustentabilidade, revisão sistemática, PRISMA.

ABSTRACT: Soil reinforcement with natural fibers has emerged as a sustainable and effective technique for improving the mechanical properties of soils in geotechnical applications. This article presents a systematic review of the literature aiming to analyze the main advances, benefits, and challenges associated with the use of natural fibers in soil reinforcement. The methodology adopted followed the guidelines of the PRISMA method (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*), ensuring transparency and rigor in the identification, selection, and analysis of studies. The research was conducted using *Science Direct* database, with clearly defined inclusion and exclusion criteria. The results indicate that the incorporation of natural fibers significantly improves shear strength, stability, and soil deformation capacity while offering environmental advantages due to the biodegradability and availability of these materials. However, the variability in fiber properties and their durability under adverse conditions remain challenges to be addressed. It is concluded that the use of natural fibers is a promising alternative for soil reinforcement, especially in projects that seek to combine technical performance and environmental sustainability.

KEYWORDS: Soil reinforcement, natural fibers, geotechnics, sustainability, systematic review, PRISMA.

1 INTRODUÇÃO

O reforço de solos com fibras naturais tem sido amplamente estudado devido ao seu potencial para melhorar as propriedades mecânicas dos solos, como a resistência ao cisalhamento, a estabilidade e a capacidade de deformação. Essa técnica, que consiste na incorporação de fibras vegetais, animais ou sintéticas ao solo, tem despertado crescente interesse na engenharia geotécnica por aliar desempenho técnico e sustentabilidade ambiental (Jamalдар et al., 2025; Murillo et al., 2024).

Dentre as fibras naturais, destacam-se aquelas de origem vegetal, como tucumã, buriti, banana e juta, que vêm sendo investigadas por apresentarem boas características físicas, disponibilidade regional e baixo impacto ambiental, conforme ilustrado na Figura 1. Diversos estudos têm explorado o uso de resíduos agroindustriais e fibras vegetais na estabilização de solos, como fibras de banana (Anirudh et al., 2024), juta (Dayan et al., 2024) e bambu (Boruah et al., 2025), apontando ganhos significativos em termos de resistência e sustentabilidade.

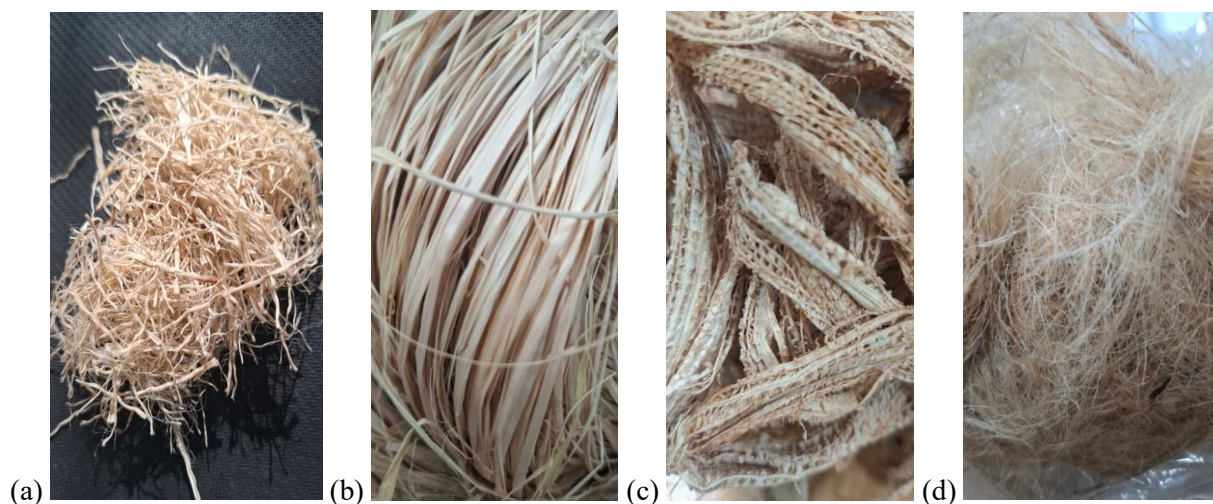


Figura 1. Exemplos de fibras naturais utilizadas em pesquisa: (a) Tucumã; (b) Buriti; (c) Banana; (d) Juta.

O uso de fibras naturais como alternativa aos materiais convencionais — como cal e cimento, cujos processos de fabricação geram emissões expressivas de CO₂ — se apresenta como uma estratégia promissora para a mitigação de impactos ambientais (Rahman et al., 2024; Fadugba et al., in press). A adoção de materiais biodegradáveis e renováveis também tem potencial para promover a economia circular e valorizar subprodutos de cadeias agrícolas e industriais (Rajesh & Sumathi, 2024; Valenzuela et al., 2024).

Apesar das vantagens, ainda existem desafios técnicos e científicos a serem superados, como a variabilidade das propriedades físico-mecânicas das fibras, a degradação em ambientes úmidos ou agressivos, e a influência de parâmetros como comprimento, teor de umidade e distribuição no solo (Hu et al., 2024; Baibordy et al., 2025). Além disso, aspectos como a durabilidade e a interação entre as fibras e a matriz do solo precisam ser melhor compreendidos para garantir a viabilidade de uso em escala real (Shu et al., 2024).

Diante desse cenário, o presente estudo tem como objetivo realizar uma revisão sistemática da literatura sobre o uso de fibras naturais no reforço de solos, destacando os avanços, desafios e tendências futuras dessa técnica. São discutidas as principais propriedades das fibras utilizadas, os métodos de caracterização empregados, os impactos ambientais associados e as aplicações práticas observadas. Espera-se, assim, contribuir para o desenvolvimento de soluções geotécnicas mais eficientes, sustentáveis e alinhadas com os princípios da engenharia verde.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo consiste em uma revisão sistemática da literatura sobre o uso de fibras vegetais para o reforço de solos, conduzida de acordo com as diretrizes do método PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) (Page et al., 2021). O processo de pesquisa foi estruturado em etapas bem definidas, conforme descrito a seguir.

2.1 Definição do Escopo e Critérios de Seleção

O estudo foi desenvolvido com o objetivo de avaliar os efeitos da incorporação de fibras naturais em solos. Para isso, foram adotados critérios rigorosos de inclusão e exclusão. Foram selecionados apenas artigos publicados em periódicos indexados entre janeiro de 2024 e março de 2025, classificados como research articles e que abordassem especificamente o reforço de solos por meio de fibras vegetais. Estudos que apresentavam abordagem experimental, modelagem numérica ou revisão crítica sobre o tema foram considerados.

Por outro lado, foram excluídas publicações que não tratavam diretamente da temática investigada, bem como aquelas que continham dados incompletos, inconclusivos ou que não apresentavam metodologia claramente definida.

2.2 Estratégia de Busca e Seleção dos Estudos

A busca bibliográfica foi realizada na base de dados *ScienceDirect*, utilizando a combinação de palavras-chave "natural fibers" AND "soils". Para garantir maior precisão e relevância dos resultados, a pesquisa foi conduzida no modo advanced search, restringindo o período de publicação e estabelecendo a ocorrência das palavras-chave nos campos "title, abstract or author-specified keywords".

Após a remoção de registros duplicados, foi realizada uma triagem inicial com base nos títulos e resumos. Os artigos que atenderam aos critérios estabelecidos foram selecionados para leitura integral e análise aprofundada.

2.3 Análise e Síntese dos Resultados

Os estudos selecionados foram organizados e categorizados com base em diversos aspectos, incluindo o objetivo da pesquisa, o tipo de solo analisado, as características das fibras utilizadas, os possíveis tratamentos aplicados às fibras, os ensaios realizados, as principais limitações identificadas e os impactos ambientais associados. Esse processo possibilitou uma análise crítica dos avanços e desafios na utilização de fibras vegetais como material de reforço para solos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A revisão sistemática permitiu identificar um total de 23 artigos que abordam o reforço de solos com fibras naturais, todos atendendo aos critérios de seleção estabelecidos neste estudo, como indicado na Tabela 1. Os resultados são organizados e apresentados de acordo com os principais aspectos analisados.

Tabela 1. Trabalhos selecionados para a análise.

Ano	Referências
2024	Ali et al. (2024), Anirudh et al. (2024), Cabrera-García et al. (2024), Chakraborty et al. (2024), Dayan et al. (2024), Hu et al. (2024), Jasso-Salcedo et al. (2024), Kadea et al. (2024), Murillo et al. (2024), Rahman et al. (2024), Rajesh & Sumathi (2024), Rao et al. (2024), Santos et al. (2024), Sen & Saha (2024), Shu et al. (2024), Valenzuela et al. (2024)
2025	Baibordy et al. (2025), Boruah et al. (2025), Jamaldar et al. (2025), Malakar et al. (2025), Sruthimol et al. (2025), Zavaleta et al. (2025)
In Press	Fadugba et al. (In Press)

3.1 Categorias e Objetivos dos Estudos

Os estudos analisados foram organizados em duas principais abordagens metodológicas. A grande maioria corresponde a estudos experimentais, totalizando 20 investigações, que se dedicam à análise empírica das propriedades mecânicas, físicas e químicas dos solos reforçados com fibras naturais, buscando avaliar sua eficácia em diferentes aplicações geotécnicas e ambientais. Em contrapartida, foram identificadas 3 revisões sistemáticas, cujo propósito é compilar, sintetizar e avaliar criticamente o conhecimento disponível sobre o uso de fibras naturais no reforço de solos e materiais correlatos.



Os estudos experimentais possuem uma ampla gama de objetivos, que vão desde a caracterização de materiais até o desenvolvimento de novos compósitos e técnicas inovadoras para o reforço de solos. Tais investigações podem ser agrupadas em distintos enfoques.

Um dos enfoques centrais refere-se à investigação das propriedades mecânicas e físicas dos solos reforçados. Trabalhos como os de Baibordy et al. (2025), Hu et al. (2024) e Boruah et al. (2025) analisaram aspectos como resistência ao cisalhamento, estabilidade e comportamento mecânico de solos enriquecidos com diferentes tipos de fibras naturais, evidenciando sua contribuição para a melhoria do desempenho geotécnico.

Outro aspecto de destaque é a biodegradabilidade e a sustentabilidade dos materiais empregados. Estudos como os de Cabrera-García et al. (2024) e Kadea et al. (2024) investigaram a degradação e a viabilidade de biocompósitos reforçados com fibras naturais em distintos ambientes, enfatizando sua aplicabilidade em soluções ecologicamente responsáveis.

Além disso, algumas pesquisas focam em aplicações específicas na construção civil e na engenharia geotécnica. Por exemplo, Santos et al. (2024) exploraram o uso de fibras naturais na produção de geotêxteis voltados ao controle de erosão, enquanto Sen & Saha (2024) analisaram o impacto do reforço com fibras naturais na resistência sísmica de estruturas. Já Zavaleta et al. (2025) desenvolveram materiais inovadores à base de fibras naturais para impressão 3D, com potencial para a construção de unidades habitacionais sustentáveis.

Outro campo de investigação relevante concentra-se na interação das fibras naturais com outros elementos e tratamentos. Pesquisas como as de Fadugba et al. (2024) e Rahman et al. (2024) examinaram a eficácia de tratamentos químicos e as interações entre fibras naturais, microrganismos e aditivos para aprimoramento das propriedades do solo, contribuindo para soluções mais eficientes e duráveis.

As revisões sistemáticas identificadas também desempenham um papel fundamental na consolidação do conhecimento científico sobre o tema. Murillo et al. (2024) compilaram informações sobre materiais de construção reforçados com fibras naturais, enquanto Valenzuela et al. (2024) analisaram a viabilidade de diferentes técnicas de estabilização de solos. Já Jamaladar et al. (2025) realizaram uma síntese abrangente dos estudos sobre reforço de solos com distintos tipos de fibras, destacando avanços e desafios nesse campo de pesquisa.

Além das aplicações geotécnicas em fundações, taludes e contenções, algumas pesquisas também evidenciam o uso promissor de fibras naturais em sistemas de pavimentação, especialmente em camadas de subleito e base. Estudos como os de Chakraborty et al. (2024) e Baibordy et al. (2025) apontam que a adição de fibras vegetais pode aumentar a resistência à deformação permanente (rutting) e à fadiga de misturas solo-fibra, promovendo maior durabilidade e desempenho mecânico em vias não pavimentadas e estradas rurais. Tais aplicações se destacam pela simplicidade de incorporação das fibras ao solo, o baixo custo e o impacto ambiental reduzido, tornando essa técnica uma alternativa viável para a infraestrutura de transportes em regiões com recursos limitados.

3.2 Características dos Solos

Diversos trabalhos focaram em solos de origem natural, como os solos aluviais bem drenados investigados por Chakraborty et al. (2024) e os solos agrícolas avaliados por Dayan et al. (2024). Outras pesquisas concentraram-se em solos com características específicas que influenciam diretamente sua estabilidade e resistência. Os solos expansivos, como os estudados por Fadugba et al. (2024), apresentam desafios estruturais devido à sua suscetibilidade à variação de volume em resposta às mudanças de umidade. Já os solos argilosos e silto-argilosos, abordados por Sen & Saha (2024) e Zavaleta et al. (2025), destacam-se pela baixa permeabilidade e alta coesão, fatores cruciais para sua utilização em obras geotécnicas.

Os solos granulares e arenosos também foram amplamente analisados. Estudos como os de Baibordy et al. (2025) e Jamaladar et al. (2025) examinaram solos predominantemente compostos por partículas grossas, enquanto Shu et al. (2024) investigou os efeitos das fibras na areia. Esses materiais são particularmente relevantes para aplicações onde a drenagem e a estabilidade mecânica são fundamentais.

Algumas pesquisas exploraram solos de origem marinha e compostos orgânicos. Cabrera-García et al. (2024) avaliaram sedimentos marinhos e sua interface com a água, enquanto Jasso-Salcedo et al. (2024) e Malakar et al. (2025) analisaram solos compostáveis ricos em matéria orgânica. Esses estudos demonstram o potencial do reforço de fibras naturais em ambientes não convencionais, como substratos para biodegradação e estabilização de sedimentos.

3.3 Fibras Naturais e Tratamento

Dentre as fibras naturais utilizadas, destacam-se as de origem vegetal, animal e mineral. As fibras vegetais incluem juta (Chakraborty et al., 2024; Dayan et al., 2024; Jamaldar et al., 2025; Rajesh & Sumathi, 2024; Sen & Saha, 2024; Shu et al., 2024; Valenzuela et al., 2024), bambu (Rao et al., 2024; Sen & Saha, 2024; Boruah et al., 2025; Malakar et al., 2025), palha de trigo (Baibordy et al., 2025), fibra de trigo (Jasso-Salcedo et al., 2024), kenaf (Malakar et al., 2025), coco (Jamaldar et al., 2025; Valenzuela et al., 2024), folhas de abacaxi (Anirudh et al., 2024; Sruthimol et al., 2025), casca de arroz (Fadugba et al., 2024; Zavaleta et al., 2025) e *Typha domingensis* (Santos et al., 2024). Entre as fibras animais, encontram-se lã de ovelha (Murillo et al., 2024; Shu et al., 2024), penas de galinha (Ali et al., 2024; Murillo et al., 2024), pelos de vaca (Ali et al., 2024) e cabelo humano (Jamaldar et al., 2025; Murillo et al., 2024). Algumas pesquisas também exploraram o uso de fibras de couro (Ali et al., 2024) e alginato (Hu et al., 2024).

Os tratamentos aplicados às fibras variam de acordo com a necessidade de modificação estrutural, aumento de resistência mecânica e durabilidade. Muitos estudos realizaram tratamentos alcalinos utilizando hidróxido de sódio (Anirudh et al., 2024; Malakar et al., 2025; Rahman et al., 2024; Rajesh & Sumathi, 2024; Rao et al., 2024; Sruthimol et al., 2025), enquanto outros optaram por tratamentos ácidos, como o uso de ácido cítrico (Fadugba et al., 2024). O tratamento térmico e mecânico também foi amplamente empregado, incluindo secagem e extração mecânica (Santos et al., 2024). Além disso, alguns estudos investigaram o uso de compostagem (Jasso-Salcedo et al., 2024), impregnação com betume (Sen & Saha, 2024) e modificação química com compostos como peróxido (Murillo et al., 2024).

3.4 Ensaios Realizados

Diversos ensaios foram conduzidos para avaliar a eficácia do reforço dos solos com fibras naturais. Entre os principais testes realizados, os ensaios mecânicos incluem compressão uniaxial, tração, flexão e cisalhamento, empregados para determinar a resistência estrutural dos solos reforçados, garantindo maior estabilidade e capacidade de suporte (Baibordy et al., 2025; Dayan et al., 2024; Jamaldar et al., 2025; Rao et al., 2024; Sen & Saha, 2024; Shu et al., 2024; Valenzuela et al., 2024).

As análises térmicas e físico-químicas foram conduzidas por meio da análise termogravimétrica (TGA), que examina a estabilidade térmica dos materiais, da calorimetria exploratória diferencial (DSC), utilizada para identificar transições térmicas, e da espectroscopia no infravermelho por transformada de Fourier (FTIR), aplicada na identificação de grupos funcionais. Além disso, foram realizadas análises de difração de raios X (XRD), para caracterização cristalográfica, e fluorescência de raios X (XRF), destinada à análise elementar dos solos reforçados (Ali et al., 2024; Dayan et al., 2024; Fadugba et al., 2024; Jasso-Salcedo et al., 2024; Rajesh & Sumathi, 2024; Rao et al., 2024; Sruthimol et al., 2025).

Os ensaios de biodegradação incluíram testes de desintegração em diferentes meios, como solo e água, avaliação do tempo de decomposição e análise do crescimento vegetal em substratos contendo fibras naturais, permitindo compreender a degradação e os impactos ambientais dos materiais estudados (Ali et al., 2024; Anirudh et al., 2024; Cabrera-García et al., 2024; Jasso-Salcedo et al., 2024; Kadea et al., 2024).

As análises morfológicas foram realizadas majoritariamente por meio da microscopia eletrônica de varredura (SEM), técnica que permite a visualização detalhada da estrutura superficial e da interação entre as fibras e a matriz do solo. Além disso, a análise microestrutural forneceu informações complementares sobre a distribuição das fibras e possíveis mecanismos de reforço (Baibordy et al., 2025; Fadugba et al., 2024; Jamaldar et al., 2025; Murillo et al., 2024; Rajesh & Sumathi, 2024; Shu et al., 2024).

Por fim, os ensaios hidráulicos e geotécnicos foram conduzidos para avaliar a condutividade hidráulica dos solos reforçados, seu comportamento de compactação e a plasticidade do solo por meio dos limites de Atterberg. O California Bearing Ratio (CBR) também foi determinado, permitindo estimar a capacidade de suporte e o desempenho estrutural dos solos tratados (Fadugba et al., 2024; Hu et al., 2024; Boruah et al., 2025).

3.5 Impacto Ambiental

Os estudos revisados destacam amplamente os impactos ambientais positivos do uso de fibras naturais no reforço de solos. A utilização de resíduos industriais e agrícolas contribui para a redução da poluição



ambiental (Ali et al., 2024; Rahman et al., 2024; Murillo et al., 2024). Além disso, a substituição de materiais sintéticos por alternativas biodegradáveis reduz significativamente a emissão de dióxido de carbono (CO_2) e a dependência de polímeros derivados do petróleo (Baibordy et al., 2025; Rajesh & Sumathi, 2024; Santos et al., 2024; Kadea et al., 2024).

O uso de materiais biodegradáveis minimiza a poluição plástica e promove a sustentabilidade agrícola e marinha (Cabrera-García et al., 2024; Anirudh et al., 2024; Chakraborty et al., 2024). No entanto, alguns estudos apontam riscos ambientais, como a liberação de microplásticos e metais pesados (Jasso-Salcedo et al., 2024). De maneira geral, os resultados reforçam a viabilidade ambiental da incorporação de fibras naturais no reforço de solos.

3.6 Limitações

A durabilidade das fibras é um fator crítico, com estudos como os de Ali et al. (2024) sugerindo que a análise de degradação por apenas 90 dias é insuficiente para avaliar a estabilidade a longo prazo. De forma semelhante, Hu et al. (2024) não consideraram os efeitos da degradação das fibras de alginato na resistência do solo estabilizado. Boruah et al. (2025) destacam a escassez de estudos sobre a durabilidade prolongada, enquanto Zavaleta et al. (2025) mencionam a ausência de avaliações sobre a resistência térmica e a longevidade das fibras em processos de impressão 3D.

A distribuição e compatibilidade das fibras no solo também representam desafios importantes. Baibordy et al. (2025) indicam que a distribuição irregular das fibras pode comprometer a resistência à compressão, especialmente em solos estabilizados. Rahman et al. (2024) identificam dificuldades na obtenção de uma distribuição homogênea, além de problemas como absorção de umidade e incompatibilidade entre fibras e matriz polimérica. Kadea et al. (2024) apontam que a compatibilidade entre fibras naturais e PLA (ácido polilático) se torna problemática, principalmente quando a concentração de fibras ultrapassa 50 wt%.

Do ponto de vista metodológico, existem lacunas significativas. Chakraborty et al. (2024) relatam que condições de baixa turbulência geraram inconsistências nos dados e incertezas nas estimativas sazonais de fluxos de CO_2 e H_2O . Sen & Saha (2024) destacam limitações na metodologia de construção, como a ausência de juntas verticais e horizontais, e sugerem a necessidade de estudos em escala real para validar os resultados. Santos et al. (2024) chamam a atenção para a variabilidade das fibras naturais, que pode ser influenciada por fatores climáticos e de crescimento, além da exigência de um intervalo de corte de seis meses a um ano para a regeneração das plantas.

Além disso, diversas limitações experimentais foram identificadas. Anirudh et al. (2024) mencionam que seu estudo se concentrou apenas em biocompósitos de banana, deixando de explorar outras fontes potenciais de fibras naturais. Cabrera-García et al. (2024) apontam que a hidrofiliabilidade das fibras pode comprometer sua adesão à matriz polimérica e que a temperatura de processamento é um fator limitante. Malakar et al. (2025) também ressaltam que a hidrofiliabilidade das fibras pode restringir sua aplicação em ambientes úmidos. Valenzuela et al. (2024) indicam a ausência de pesquisas sobre a resistência dos CEBs a cargas de perfuração, fogo e impacto, além da necessidade de mais análises estatísticas para validar os resultados.

4 CONCLUSÕES

A revisão sistemática permitiu avaliar os avanços e desafios associados ao uso de fibras naturais no reforço de solos. Com base na análise dos estudos selecionados, podem ser listadas as seguintes conclusões:

- A incorporação de fibras naturais melhora significativamente as propriedades mecânicas e físicas dos solos, causando o aumento da resistência ao cisalhamento, estabilidade estrutural e durabilidade.
- O uso de aditivos e tratamento é necessário para melhoria das propriedades das fibras naturais para reforço do solo.
- As fibras naturais contribuem para a sustentabilidade geotécnica ao reduzir a dependência de polímeros sintéticos e resíduos poluentes.
- São necessários estudos que investiguem o comportamento geotécnico de obras em escala real e o comportamento a longo prazo.

Diante do exposto, conclui-se que as fibras naturais têm grande potencial para o reforço de solos, combinando desempenho mecânico aprimorado com vantagens ambientais. Entretanto, há desafios técnicos e metodológicos a serem superados para viabilizar sua ampla adoção.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) e ao Instituto Federal de Rondônia (IFRO) pelo suporte institucional e pelo incentivo à pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ali, M. F., Hossain, M. S., Ahmed, S., Chowdhury, A. M. S. (2024) A study of biodegradation, water uptake and thickness swelling of animal fibers reinforced unsaturated polyester resin composites, *Results in Chemistry*, 8 (1), p.101576.
- Anirudh, M. K., Lal, A. M. N., Harikrishnan, M. P., Jose, J., Thasim, J., Warriar, A. S., Venkatesh, R., Vaddevolu, U. B.P., Kothakota, A. (2024) Sustainable seedling pots: Development and characterisation of banana waste and natural fibre-reinforced composites for horticultural applications. *International Journal of Biological Macromolecules*, 270(1), p. 132070.
- Baibordy, A., Yekrangnia, M., Jahromi, S. G. (2025) A comprehensive study on the mechanical properties of natural fiber reinforced stabilized rammed earth using experimental and data-driven fuzzy logic-based analysis, *Cleaner Materials*, 15 (1), p.100300.
- Boruah, R. P., Mohanadhas, B., Kamalanathan, J. (2025) A comparative study of the shear strength of a poorly graded soil using *Bacillus subtilis*, vetiver fibre and bamboo fibre. *Advances in Bamboo Science*, 11(1), p. 100146.
- Cabrera-García, P., Marrero, M. D., Benítez, A. N. (2024) Disintegration and marine biodegradability of biocomposite using Pennisetum setaceum fiber and PLA as matrix, *Polymer Degradation and Stability*, 230 (1), p.111026.
- Chakraborty, A., Barman, D., Das, P. K., Kar, G., Raju, P. S., Kumari, M., Banik, D., Chowdary, V. M., Sreenivas, K., Chauhan, P. (2024) Ecosystem level carbon and moisture fluxes from a high biomass fibre producing jute crop (*Corchorus olitorius* L): An eddy covariance-based analysis, *Field Crops Research*, 315 (1), p.109457.
- Dayan, M. A. R., Habib, M. M., Uddin, M. M., Khatun, M., Hossain, M. S., Rashid, M. A. (2024) Characterization of aloe vera gel incorporated unsaturated polyester resin jute-cotton fabric composites for enhanced biodegradability, flexibility, and insulation properties, *Heliyon*, 10 (1), p.35261.
- Fadugba, O. G., Ajokotola, F. J., Oluyemi-Ayibiowu, B. D., Omomomi, O. J., Bodunrin, M., Adetukasi, A. O. (In Press) Evaluation of citric acid-treated natural fibres as sustainable additives for improving expansive soil performance in highway construction. *Journal of Engineering Research*.
- Hu, Z., Sun, R., Wang, Y., Wang, C., Zhao, Y. (2024) Experimental research on shear strength characteristics of cement-stabilized dredged silty clay reinforced with alginate fiber. *Construction and Building Materials*, 444 (1), p.137858.
- Jamaldar, A., Asadi, P., Salimi, M., Payan, M., Ranjbar, P. Z., Arabani, M., Ahmadi, H. (2025) Application of natural and synthetic fibers in bio-based earthen composites: A state-of-the-art review, *Results in Engineering*, 25 (1), p.103732.
- Jasso-Salcedo, A. B. J., Hernandez, M. S., García, A. F., Regalado, E. J. J., Loredó, R. Y. A. (2024) Disintegration of commercial single-use plastics from synthetic and biobased origins and effects on plant growth, *Polymer Degradation and Stability*, 230 (1), p.111071.
- Kadea, S., Kittikorn, T., Hedthong. (2024) Sustainable laminate biocomposite of wood pulp/PLA with modified PVA-MFC compatibilizer: Weathering resistance and biodegradation in soil. *Industrial Crops & Products*, 218 (1), p. 118913.
- Malakar, C., Ravivarman, R., Tripathi, V. K., Debnath, K. (2024) Development of sustainable alkali treated and untreated kenaf/bamboo/polylactic acid biocomposites: A study of overall characteristics and its environmental aspects, *Industrial Crops & Products*, 225 (1), p.120499.



- Murillo, M., Sánchez, A., Gil, A., Araya-Letelier, G., Burbano-Garcia, C., Silva, Y. F. (2024) Use of animal fiber-reinforcement in construction materials: A review. *Case Studies in Construction Materials*, 20(1), p. 02812.
- Page, M. J.; McKenzie, J. E.; Bossuyt, P. M.; Boutron, I.; Hoffmann, T.; Mulrow, C. D.; Shamseer, L.; Tetzlaff, J. M.; Aki, E.; Brennan, S. E.; Chou, R.; Glanville, J.; Grimshaw, J. M.; Hróbjartsson, A.; Lalu, M. M.; Li, T.; Loder, E. W.; Mayo-Wilson, E.; McDonald, S.; McGuinness, L. A.; Stewart, L. A.; Thomas, J.; Tricco, A. C.; Welch, V. A.; Whitting, P.; Moher, D. (2021) The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372(1), p. 71.
- Rahman, M. D., Hannan, M. A., Mollah, M. Z. I., Hoque, M. B., Al-mugren, K. S., Faruque, M. R. I. (2024) Evaluating physico-mechanical properties of NaOH-treated natural fibres: Effects of polyolefin, *Heliyon*, 10 (1), p.e39673.
- Rajesh, A., Sumathi, A. (2024) Strength and self-healing behavior of bacteria biocomposite concrete in soil exposure condition. *Structures*, 59(1), p. 105673.
- Rao, G. S., Debnath, K., Mahapatra, R.N. (2024) Recycling and degradation behaviour of the bamboo fibre reinforced green composite fabricated by injection moulding. *Sustainable Materials and Technologies*, 39(1), p. 00865.
- Santos, L.D.V., Holanda, F. S., Pedrotti, A., Lino, J. B., Fontes, C.D.S., Melo, J. C. R. D., Marino, R. H., Boge, G. M.(2024) Geogrid - type geotextile made from *Typha domingensis* fibers with tensile strength for erosion control. *Invention Disclosure*, (1), p.100025.
- Sen, B., Saha, R. (2024) 1 g shake table study on seismic strengthening of low-cost rammed earthen houses built of silt enriched soil using natural fiber reinforcement, *Structures*, 64 (1), p.106304.
- Shu, Y., Song, Y., Fang, H., Wang, D., Lu, W., Huang, Y., Zhao, C., Chen, L., Song, X.(2024) Fiber-reinforced microbially induced carbonate precipitation (MICP) for enhancing soil stability: Mechanism, effects, and future prospects. *Journal of Building Engineering*, 94(1), p.109955.
- Sruthimol, J.J., Haritha, K., Warriar, A. S., Lal, A. M. N., Harikrishnan, M. P., Rahul, C. J., Kothakota, A. (2025) Tailoring the properties of natural fibre biocomposite using chitosan and silk fibroin coatings for eco-friendly packaging. *Industrial Crops & Products*, 225(1), p. 120465.
- Valenzuela, M., Ciudad, G., Cárdenas, J. P., Medina, C., Salas, A., Oñate, A., Pincheira, G., Attia, S., Tuninetti, V. (2024) Towards the development of performance-efficient compressed earth blocks from industrial and agro-industrial by-products. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 194(1), p. 114323.
- Zavaleta, D., Quispe, A., Rojas, O., Silva G., Kim, S., Nakamatsu, J., Ruiz, G., Pando, M. A., Aguilar, R. (2025) 3D-printing of a basic housing unit prototype using earthen-based matrices stabilized with rice husk fibers, *Journal of Building Engineering*, 103 (1), p.112111.