Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.09,2024

ISSN 2178-6925

GEOSSINTÉTICOS NA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS E CONTAMINADAS

GEOSYNTHETICS IN THE RECOVERY OF DEGRADED AND CONTAMINATED AREAS

Sarah Alves Oliveira

Acadêmica do curso de Engenharia Civil da

Universidade de Gurupi-UnirG, Gurupi, TO, Brasil

E-mail: saraholi1112@gmail.com

Rodrigo Coelho e Silva

Prof. Esp. no curso de Engenharia Civil da

Universidade de Gurupi-UnirG, Gurupi, TO, Brasil

E-mail: rodrigo.c.silva@unirg.edu.br

Resumo

A degradação ambiental pode ser causada pela urbanização desordenada e exploração excessiva dos recursos naturais, resultando em perda de áreas verdes e aumento de riscos de desastres naturais. Para mitigar esses impactos, a recuperação ambiental se tornou uma prioridade, ligando-se ao combate às mudanças climáticas. Os geossintéticos são materiais sintéticos feitos de polímeros como polietileno e poliéster e oferecem soluções inovadoras na recuperação de áreas degradadas e contaminadas. Estes materiais desempenham diversas funções, como separação de materiais, filtração, drenagem, reforço e impermeabilização. Por exemplo, podem ser usados para controle de erosão e estabilização do solo, além de evitar a contaminação do solo e águas subterrâneas. A aplicação desses materiais pode melhorar a estabilidade do solo e otimizar os sistemas de drenagem, reduzir custos e aumentar a durabilidade das estruturas. A eficácia dos geossintéticos em áreas urbanas e locais de mineração destaca seu potencial na recuperação ambiental, facilitando a drenagem e estabilizando encostas. No entanto, sua implementação enfrenta desafios relacionados à durabilidade, compatibilidade com o solo, e condições climáticas. Os geossintéticos mostram-se ferramentas promissoras para a recuperação ambiental, mas sua aplicação bem-sucedida requer uma abordagem integrada e um entendimento aprofundado das características do projeto. Investigações adicionais são essenciais para otimizar o uso desses materiais e garantir sua eficácia e sustentabilidade a longo prazo.

Palavras-chave: Sustentabilidade; Estabilização do Solo; Controle de Erosão; Reabilitação de Terrenos; Materiais Sintéticos.

ISSN 2178-6925

Abstract

Environmental degradation can be caused by disorderly urbanization and overexploitation of natural resources, resulting in loss of green areas and increased risks of natural disasters. To mitigate these impacts, environmental recovery has become a priority, linked to the fight against climate change. Geosynthetics are synthetic materials made from polymers such as polyethylene and polyester and offer innovative solutions in the recovery of degraded and contaminated areas. These materials perform various functions, such as material separation, filtration, drainage, reinforcement and waterproofing. For example, they can be used for erosion control and soil stabilization, as well as preventing soil and groundwater contamination. The application of these materials can improve soil stability and optimize drainage systems, reduce costs, and increase the durability of structures. The effectiveness of geosynthetics in urban areas and mining sites highlights their potential in environmental recovery, facilitating drainage and stabilizing slopes. However, its implementation faces challenges related to durability, soil compatibility, and climatic conditions. Geosynthetics show promise for environmental restoration, but their successful application requires an integrated approach and an in-depth understanding of the design characteristics. Further investigations are essential to optimize the use of these materials and ensure their long-term effectiveness and sustainability.
Keywords: Sustainability; Soil Stabilization; Erosion Control; Land Rehabilitation; Synthetic Materials.

1. Introdução

A degradação ambiental pode ser atribuída as atividades humanas, como a urbanização sem planejamento e a exploração de recursos naturais desenfreada. O crescimento desordenado das cidades leva à ocupação de áreas, como encostas e margens de rios, aumentando o risco de desastres naturais devido a perda das áreas verdes. A construção de infraestruturas sem considerar o impacto ambiental resulta na impermeabilização do solo, contribuindo para enchentes em razão da redução das áreas de recarga de aquíferos (TOUZE-FOLTZ, 2021).

A recuperação dessas áreas é tema de crescente relevância atualmente, já que é preciso restaurar as funções ambientais e promover a qualidade de vida da população. Além disso, a recuperação ambiental está ligada ao combate às mudanças climáticas, já que ecossistemas saudáveis são mais resilientes e capazes de capturar e armazenar carbono. Com a conscientização sobre os impactos da degradação ambiental, governo, ONGs, e comunidades locais têm trabalhado em conjunto para desenvolver políticas e práticas de manejo sustentável, visando garantir a preservação dos recursos naturais para as futuras gerações (VIEIRA et al., 2021).

Os geossintéticos são materiais sintéticos fabricados a partir de polímeros, como o polietileno, o polipropileno e o poliéster, e apresentam-se em variadas formas, como mantas, telas, malhas, geocompostos, entre outros (TOUZE-FOLTZ et al., 2010). Eles são muito utilizados em contato com o solo e pode ser alternativa para

ISSN 2178-6925

auxiliar no processo de recuperação ambiental através da separação de materiais, filtração, drenagem, reforço, impermeabilização e proteção de estruturas.

A aplicação pode melhorar a estabilidade do solo e reduzir o risco de erosão e deslizamentos, além de aperfeiçoar os sistemas de drenagem ao facilitar o escoamento da água (HSUAN et al., 2008). A utilização de geomembranas, por exemplo, em aterros sanitários, evita a contaminação do solo e das águas subterrâneas, enquanto geotêxteis e geogrelhas são utilizados para estabilizar encostas e controlar a erosão em rodovias (JIMENEZ et al., 2012).

A instalação desses materiais é geralmente mais rápida e menos dispendiosa, pois requer menos mão de obra e materiais, resultando em redução de custos em comparação com técnicas tradicionais. Além disso, sua durabilidade contribui para a diminuição da necessidade de reparos e intervenções no futuro, aumentando a longevidade das estruturas e a produtividade das áreas já recuperadas (CAZZUFFI et al., 2010).

Com isso, o uso de geossintéticos além de mitigar a degradação ambiental resultante da urbanização e da exploração excessiva de recursos naturais também traz benefícios econômicos. Nesse processo, os geossintéticos se destacam como soluções eficientes já que sua aplicação não apenas promove a sustentabilidade, mas também reforça a resiliência dos ecossistemas, tornando-se essenciais na recuperação ambiental e na construção de um futuro mais equilibrado (TOUZE-FOLTZ, 2021).

Uma revisão bibliográfica sobre o uso de geossintéticos na recuperação de áreas degradadas e contaminadas é essencial para buscar novos tipos e técnicas de aplicação que estão sendo desenvolvidos, além de permitir a identificação dos materiais e métodos mais eficientes e sustentáveis para diferentes cenários de degradação. Por fim, justifica-se a busca por avanços na tecnologia de geossintéticos como possível solução para restaurar ecossistemas, considerando variáveis como: tipo de solo, características do contaminante e condições climáticas. Nesse contexto, esta revisão sintetiza informações sobre o uso dos geossintéticos, identificando as melhores práticas e disseminando conhecimento para construção de um futuro mais sustentável.

ISSN 2178-6925

1.1 Objetivo geral

Realizar uma revisão de literatura para analisar o papel dos geossintéticos na recuperação de áreas degradadas e contaminadas, identificando as melhores práticas, aplicações específicas e utilização em diferentes contextos ambientais.

2. Revisão da Literatura

2.1 Conceito e Tipos de Geossintéticos

Os geossintéticos são materiais projetados a partir de substâncias sintéticas, utilizados em engenharia geotécnica e civil, bem como em contextos ambientais. Esses materiais são projetados para cumprir uma variedade de funções, e sua categorização é determinada pelas funções específicas que desempenham. Os principais tipos de geossintéticos incluem geotêxteis, geomembranas, geogrelhas, georredes, geocélulas, geocompostos e revestimentos de argila geossintéticos (GCLs). Cada categoria aborda desafios de engenharia exclusivos, contribuindo para maior sustentabilidade, redução de pegadas ecológicas e melhor desempenho em projetos de construção e engenharia civil.

2.1.1 Geotêxteis

Geotêxteis são empregados principalmente para filtragem, separação, reforço e gerenciamento da erosão. Esses tecidos permeáveis permitem o fluxo de água enquanto retêm partículas do solo, tornando-os essenciais em várias aplicações, como construção de estradas, sistemas de drenagem e medidas de controle de erosão. Eles podem ser fabricados como tecidos ou não tecidos, cada um servindo a propósitos específicos dependendo dos requisitos do projeto. A versatilidade dos geotêxteis permite sua integração em diversas soluções de engenharia, aumentando a estabilidade e a durabilidade das estruturas (OLIVEIRA, 2022).

ISSN 2178-6925

2.1.2 Geomembranas

As geomembranas atuam como barreiras impermeáveis ao movimento de fluidos ou gases, desempenhando um papel crítico em aplicações de contenção. Normalmente construídas a partir de materiais sintéticos, essas membranas são amplamente utilizadas em revestimentos de aterros sanitários, lagoas de contenção e reservatórios de água (INCI; FIRAT, 2024). Sua função principal é impedir a migração de contaminantes para os ambientes circundantes, preservando assim a integridade ecológica. A eficácia das geomembranas na proteção ambiental ressalta sua importância nas práticas modernas de engenharia (LAVOIE et al, 2020).

2.1.3 Geogrelhas

As geogrelhas servem para reforçar e estabilizar estruturas de solo, aumentando significativamente sua capacidade de suporte de carga. Essas configurações em forma de grade distribuem cargas por uma área mais ampla, tornando-as particularmente úteis na construção de estradas, muros de contenção e estabilização de encostas (OLIVEIRA, 2023). Ao melhorar a integridade estrutural do solo, as geogrelhas contribuem para a longevidade e a segurança de vários projetos de engenharia civil. Sua aplicação em técnicas de reforço provou ser eficaz no gerenciamento da deformação do solo e no aumento da estabilidade geral (MONTESTRUQUE et al., 2015).

2.1.4 Georredes

Georredes são estruturas tridimensionais projetadas para facilitar a drenagem de fluidos de forma eficiente. Sua configuração exclusiva permite o rápido movimento de líquidos, tornando-as ideais para aplicações de drenagem atrás de muros de contenção ou dentro de sistemas de aterros sanitários para coletar e transportar chorume. Ao otimizar as capacidades de drenagem, as georredes ajudam a evitar o acúmulo de água, o que pode levar à instabilidade estrutural e erosão. Essa funcionalidade é vital para manter a integridade de várias estruturas de engenharia civil (AL-SOUDANY et al., 2024).

ISSN 2178-6925

2.1.5 Geocélulas

As geocélulas fornecem estabilização para solo e outros materiais, formando uma estrutura semelhante a um favo de mel que pode ser preenchida para criar uma superfície estável. Elas são particularmente benéficas em aplicações como estabilização de encostas, controle de erosão e suporte de carga em condições de solo mole. Ao distribuir cargas e aumentar a resistência do solo, as geocélulas contribuem para a eficácia e durabilidade de soluções de engenharia em ambientes desafiadores (SANTOS, 2021).

2.1.6 Geocompostos

Geocompostos integram múltiplas funções de geossintéticos, combinando dois ou mais tipos de materiais para atingir características de desempenho específicas. Por exemplo, um geocomposto pode consistir em um geotêxtil e uma geomembrana, fornecendo funções de filtragem e barreira simultaneamente. Essa multifuncionalidade permite que os engenheiros personalizem soluções para atender às demandas exclusivas de projetos específicos, aumentando a eficiência e a eficácia nas práticas de construção (BUSTILLO REVUELTA, 2021).

2.1.7 Revestimentos de argila geossintéticos (GCLs)

GCLs servem como barreiras impermeáveis, consistindo em uma camada de argila imprensada entre geotêxteis ou geomembranas. Eles são empregados principalmente em revestimentos de aterros sanitários e outras aplicações que exigem baixa permeabilidade. Ao conter fluidos de forma eficaz e evitar vazamentos, os GCLs desempenham um papel crucial na proteção ambiental e no gerenciamento de resíduos. Seu uso reflete a evolução contínua dos materiais geossintéticos no enfrentamento dos desafios modernos da engenharia (PALMEIRAS et al., 2021).

3. Aplicações de Geossintéticos na Recuperação de Áreas Degradadas

Os geossintéticos têm se destacado como solução eficaz na recuperação de áreas degradadas. Esses materiais são compostos por polímeros e projetados para melhorar a funcionalidade de estruturas, sendo muito utilizados no controle da erosão.

As mantas de controle geotêxteis são utilizadas para estabilizar o solo e mitigar a erosão em ambientes degradados, como em encostas, margens de rios e áreas costeiras fornecendo proteção contra a perda de solo induzida pela água e pelo vento

(NEGI, 2020). Eles formam uma camada protetora que facilita o crescimento da vegetação, o que reforça a proteção do solo na restauração ecológica (CHATRABHUJ, 2024).

Nas áreas afetadas pelo descarte de resíduos, as geomembranas servem como barreiras que impedem a contaminação do solo e águas subterrâneas. Esses materiais são utilizados no projeto de construção e cobertura de aterros sanitários inibindo a infiltração de chorume, protegendo o ambiente da contaminação ou auxiliando na restauração de áreas que foram degradadas, contribuindo com a saúde ambiental (ELKHOLY, 2021; RABAJCZYK et al., 2021).

Os geossintéticos também são fundamentais na reabilitação de locais de mineração através do fornecimento estrutural do solo, aumentando as capacidades de drenagem. A utilização de geogrelhas e geocélulas reforça o solo em taludes, proporcionando estabilidade, prevenindo deslizamentos comuns em terrenos instáveis e íngremes após atividades de mineração, para que a exploração da terra seja de forma sustentável (BANERJEE et al., 2023; WU et al., 2023).

A integração de geossintéticos na reabilitação de locais de mineração demonstra sua versatilidade e importância na restauração de paisagens, pois, ao melhorar a estabilidade geotécnica e criar condições propícias para a revegetação, os geossintéticos facilitam a reintegração dessas áreas ao ambiente natural, garantindo que possam ser reaproveitadas de forma sustentável e segura. Essa abordagem não apenas mitiga os impactos ambientais da mineração, mas também demonstra o seu potencial em promover práticas de recuperação ambiental eficaz e duradoura.

Em áreas urbanas, os geossintéticos auxiliam no gerenciamento de águas pluviais, melhorando a eficiência da drenagem e reduzindo os riscos de inundações. Georredes e geotêxteis promovem a infiltração de água no solo, mitigando o escoamento superficial e incentivando a recarga das águas subterrâneas em regiões onde os sistemas de drenagem natural foram comprometidos (CHATRABHUJ, 2024; ZESHAN et al., 2021).

Outra aplicação é na estabilização de encostas em áreas suscetíveis a erosão e deslizamentos de terra. A incorporação de geogrelhas ou geocélulas em solos inclinados aumentam a resistência ao cisalhamento melhorando a estabilidade do terreno. Essas estruturas ajudam a distribuir de forma mais uniforme as cargas aplicadas o que previne o deslocamento do material superficial, sendo, essencial para garantir a segurança de áreas adjacentes como as infraestruturas, vias de acesso e

ISSN 2178-6925

comunidades locais (REIS, 2023; MEHDIPOUR, 2020). A eficácia dos geossintéticos na estabilização de encostas enfatiza ainda mais sua importância nas práticas de engenharia civil.

Finalmente, os geossintéticos dão suporte a iniciativas de infraestrutura verde, como telhados verdes e sistemas de biorretenção visando melhorar os ecossistemas urbanos. Esses sistemas utilizam geossintéticos para gerenciar águas pluviais e cria habitats para a vida selvagem, auxiliando assim na reabilitação de ambientes urbanos degradados (ANDRADE, 2020; TOUZE-FOLTZ, 2021). A integração de geossintéticos em tais iniciativas destaca sua versatilidade e importância na promoção do desenvolvimento urbano sustentável.

4. Eficácia e Desafios dos Geossintéticos

A eficácia dos geossintéticos na reabilitação de áreas degradadas é indiscutível, embora sua implementação enfrente desafios que podem impactar seu desempenho. Esses materiais são projetados para atender funções em projetos de engenharia com soluções inovadoras, mas é fundamental considerar os fatores que influenciam a eficácia (GONÇALVES et al., 2022). A seguir, são discutidos pontos-chave relacionados à durabilidade dos materiais, interação com o solo, condições ambientais e o planejamento na escolha do tipo de geossintético.

A durabilidade afeta a eficácia no longo prazo de acordo com a qualidade do material utilizado, da exposição as condições climáticas, como radiação, temperatura e umidade, além da interação com os contaminantes presentes no solo. Os geossintéticos de alta qualidade possuem vida útil maior, mas a degradação pode ocorrer rapidamente em ambientes adversos, comprometendo a funcionalidade e eficácia (LONGO et al., 2019).

A compatibilidade entre o geossintético e o tipo de solo é essencial para garantir que funções como drenagem, estabilização e reforço sejam efetivamente alcançadas. A escolha do material utilizado sem uma análise adequada das propriedades físicas do solo, como granulometria, permeabilidade e coesão, pode resultar em falhas estruturais ou na drenagem, levando a consequências como perda de estabilidade, aumento da erosão ou colapso de estruturas de contenção (LOPES, 2010).

O clima e topografia influenciam a eficácia dos geossintéticos. Em regiões com alta pluviosidade a capacidade de drenagem dos geossintéticos deve ser considerada para evitar a saturação do solo e a erosão. Em síntese, embora os geossintéticos

ISSN 2178-6925

ofereçam soluções promissoras para a recuperação de áreas degradadas, sua eficácia e durabilidade pode ser influenciada (VERTEMATTI, 2015). A seleção do tipo apropriado de geossintético deve ser realizada de acordo com as características do projeto, incluindo o tipo de solo, o nível de contaminação e as condições climáticas.

A escassez de dados empíricos sobre o desempenho dos geossintéticos em diferentes contextos ressalta a necessidade de mais pesquisas e estudos de campo para validar o uso de geossintéticos numa variedade de cenários, contribuindo para um entendimento mais robusto de suas capacidades e limitações (PUPPALA et al., 2020). A realização de estudos adicionais e a coleta de dados empíricos são fundamentais para garantir que essas soluções sejam eficazes e sustentáveis a longo prazo, promovendo a recuperação e preservação ambiental de forma eficiente.

5. Considerações Finais

Ao longo da revisão, foram destacados os diferentes tipos de geossintéticos, suas funções e aplicações em diferentes cenários, desde a estabilização de encostas até o gerenciamento de águas pluviais em áreas urbanas. A eficácia dos geossintéticos em promover a sustentabilidade e a resiliência dos ecossistemas degradados contribui para a redução de impactos ambientais e a restauração de paisagens.

No entanto, apesar dos benefícios, a implementação dos geossintéticos enfrenta desafios que devem ser considerados. Fatores como a durabilidade dos materiais, a compatibilidade com o tipo de solo, as condições climáticas e a topografia são determinantes para a eficácia. É evidente a necessidade de mais pesquisas e estudos de campo para aprimorar o conhecimento sobre as capacidades e limitações dos geossintéticos.

Portanto, este estudo conclui que, para que os geossintéticos sejam uma ferramenta eficaz e sustentável na recuperação ambiental, é crucial uma abordagem integrada que considere as características específicas de cada projeto. A continuidade das pesquisas é essencial para o desenvolvimento de práticas cada vez mais eficientes, garantindo que essas tecnologias desempenhem papel fundamental na construção de um futuro equilibrado através da preservação dos recursos naturais.

Referências

ANDRADE, R. P. B. C. **Critérios de avaliação da qualidade de espaços verdes urbanos.** Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Civil). Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2020.

AL-SOUDANY, K. et al. A review of landfill liner and liner systems. In: **AIP Conference Proceedings**. AIP Publishing, 2024.

BANERJEE, L; CHAWLA, S; DASH, S. K. Investigations on cyclic loading behavior of geocell stabilized tracks with coal overburden refuse recycled as subballast material. **Transportation Geotechnics**, v. 40, p. 100969, 2023.

BUSTILLO REVUELTA, M. Geosynthetics. **Construction Materials: Geology, Production and Applications**, p. 503-537, 2021.

CAZZUFFI, D. et al. Geosynthetic barriers systems for dams. In: **Keynote lecture, 9th International Conference on geosynthetics**. 2010. p. 115-163.

CHATRABHUJ, M. K. Use of geosynthetic materials as soil reinforcement: an alternative eco-friendly construction material. **Discover Civil Engineering**, v. 1, n. 1, p. 41, 2024.

ELKHOLY, E. S. M. **Solid waste landfills management, and its relation with groundwater contamination**. Tese de Doutorado. Menoufia university. 193p. 2021.

GONÇALVES, J. O. et al. Recovery of degraded areas through technosols and mineral nanoparticles: A review. **Sustainability**, v. 14, n. 2, p. 993, 2022.

HSUAN, G. et al. **Desempenho a longo prazo e previsão da vida útil dos geossintéticos**. Palestra principal. Anais Eurogeo 4, Edimburgo, Reino Unido, Dixon, N. Editor, p. 40. 2008.

INCI, D.; FIRAT, P. H. Effects of soil and geomembrane types on interface and shear strength behaviour. **Građevinar**, v. 76, n. 03., p. 223-234, 2024.

JIMENEZ, J. R. et al. Utilisation of unbound recycled aggregates from selected CDW in unpaved rural roads. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 58, p. 88-97, 2012.

LONGO, M. H. C. et al. Recuperação de áreas degradadas por mineração: associação de técnicas de bioengenharia de solos com geração e manutenção de serviços ecossistêmicos. **Revista IPT: Tecnologia e Inovação**, v. 3, n. 12, 2019.

LOPES, M. P; LURDES, L. M. **A durabilidade dos geossintéticos**. FEUP Edições, 2010.

OLIVEIRA, L. A. **Análise do desempenho de geotêxteis como elemento filtrante no processo de adensamento eletrocinético.** Dissertação (Mestrado em Geotecnia) - Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 101 f. 2022.

LAVOIE, F. L. et al. Durability of HDPE geomembranes: An overview. **Química Nova**, v. 43, n. 5, p. 656-667, 2020.

OLIVEIRA, M. et al. Experimental planning factorial: a brief review. International Journal of Advanced Engineering Research and Science, v. 5, n. 6, p. 264164, 2018.

OLIVEIRA, G. M. **Comportamento de camadas de agregado reforçadas na base com geogrelhas**. Tese de Doutorado. Universidade da Beira Interior (Portugal). 2023.

PALMEIRA, Ennio et al. Geossintéticos em Engenharia Geotécnica e Geoambiental: avanços e perspectivas. **Geotecnia**, n. 152, p. 337-368, 2021.

MEHDIPOUR, B. et al. Investigating the effect of geocell changes on slope stability in unsaturated soil. **Tehnički glasnik**, v. 14, n. 1, p. 66-75, 2020.

MONTESTRUQUE, G. et al. Avaliação da aderência de geogrelhas entre camadas asfálticas. In: **Memorias XVIII Congreso Ibero-Latinoamericano del Asfalto**. 2015. p. 919-929.

NEGI, M. S; SINGH, S. K. Improvement of Subgrade Characteristics with Inclusion of Geotextiles. In: **Sustainable Civil Engineering Practices: Select Proceedings of ICSCEP 2019**. Springer Singapore, p. 133-144. 2020.

PUPPALA, A. J. et al. Geosynthetics in geo-infrastructure applications. In: **Durability of Composite Systems**. Woodhead Publishing, p. 289-312. 2020.

RABAJCZYK, A. et al. The use of polymer membranes to counteract the risk of environmental of soil and water contamination. **Membranes**, v. 11, n. 6, p. 426, 2021.

REIS, A. N. Aplicações de geossintéticos em barragens de rejeitos. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2023. 42p.

SANTOS, C. E. et al. Capacidade de carga de Solo reforçado com Geossintéticos. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 1, p. 11558-11579, 2021.

TOUZE, N. et al. Quantificação do envelhecimento de geomembranas betuminosas oxidadas através de ensaios hidráulicos. Anais da 9ª Conferência Internacional de Geossintéticos, Guarujá, Brasil. Capítulo Brasileiro da International Geosynthetics Society (IGSBrazil), São Paulo, Brasil, p. 753–756. 2010.

TOUZE, N. Healing the world: A geosynthetics solution. Geosynthetics International, v. 28, n. 1, p. 1-31, 2021.

VERTEMATTI, J. C. **Manual brasileiro de geossintéticos**. Editora Blucher, 2015.

VIEIRA, C. S; PEREIRA, P. M. Short-term tensile behaviour of three geosynthetics after exposure to Recycled Construction and Demolition materials. Construction and Building Materials, v. 273, p. 122031, 2021.

WU, M. et al. Dynamic behavior of geocell-reinforced rubber sand mixtures under cyclic simple shear loading. **Soil Dynamics and Earthquake Engineering**, v. 164, p. 107595, 2023.

ISSN 2178-6925

ZESHAN, M. T; MUSTAFA, M. R; YUSOF, K. W. Impact of Coir Geotextiles to Reduce Soil Erosion and Surface Runoff. In: **Advances in Civil Engineering Materials: Selected Articles from the International Conference on Architecture and Civil Engineering (ICACE2020)**. Springer Singapore, p. 93-100. 2021.