

Prefácio / Prefacio / Foreword

Ana Vieira

Fernando Pardo de Santayana

Roberto Quental Coutinho

O presente número temático da revista *Geotecnia*, dedicado aos “Desafios da Sustentabilidade”, reúne um conjunto de artigos centrados na Geotecnia Ambiental, um domínio em clara expansão e crescente importância nos contextos da engenharia civil, das ciências da terra e do ordenamento do território. Numa época marcada por pressões ambientais sem precedentes, pela escassez de recursos naturais e pelo crescimento das populações urbanas, a Geotecnia Ambiental afirma-se como uma disciplina transversal, capaz de integrar conhecimentos técnicos, científicos e ambientais na resposta a problemas complexos e multidimensionais.

Este número visa evidenciar o papel cada vez mais relevante da Geotecnia Ambiental na mitigação de impactes ambientais, na reabilitação de passivos ambientais, na valorização de resíduos, no controlo de contaminações, na gestão de riscos naturais e na adaptação às alterações climáticas. As contribuições aqui reunidas refletem a diversidade de aplicações, metodologias e abordagens que caracterizam este campo, sublinhando o seu contributo decisivo para uma prática geotécnica mais sustentável, responsável e inovadora.

No trabalho de **Borgatto, Vieira, Gusmão, Fucale e Dias** (Borgatto et al., 2025) é investigada a aplicação da economia circular como estratégia para reduzir os impactes ambientais da construção civil, através de uma Avaliação do Ciclo de Vida comparativa entre dois cenários de pavimentação no estacionamento do RioMar Shopping, em Recife, Brasil: um cenário de construção tradicional e outro baseado em práticas de construção circular. Os resultados demonstraram que a adoção do cenário circular levou a uma redução das emissões de CO₂ de cerca de 91% e promoveu uma gestão mais eficiente dos resíduos, tendo sido evidenciado o potencial da economia circular para promover a sustentabilidade no setor, contribuindo para a mitigação das alterações climáticas e a conservação de recursos naturais.

No estudo de **Ruver, Fraga e Pacheco** (Ruver et al, 2025) é abordada a reutilização de subprodutos industriais e agroindustriais na estabilização de solos, como foco no desempenho do comportamento geotécnico dessas misturas. Foi avaliado o comportamento de uma areia fina eólica estabilizada com cal de carbureto e cinza de casca de arroz, ambos resíduos abundantes no Rio Grande do Sul, Brasil. Foram testados diferentes teores, proporções de ligantes, pesos volumétricos secos e tempos de cura (7, 28 e 60 dias), e avaliadas as respetivas resistência à compressão uniaxial e permeabilidade. Foi mostrado que o ganho de resistência e a redução da permeabilidade são influenciados pelo tempo de cura, peso e teor de ligantes, enquanto a proporção entre os ligantes se revelou pouca influência. Globalmente, foi demonstrado o potencial do uso combinado desses resíduos na estabilização de areias para aplicações geotécnicas.

No artigo de **Bandarra, Monteiro, Quina e Coelho** (Bandarra et al., 2025) é apresentada a avaliação do potencial técnico e ambiental da aplicação de escórias de incineração de resíduos sólidos urbanos e suas misturas com areia e rejeitos de mina de ferro em obras geotécnicas. Na caracterização experimental efetuada foram combinados ensaios geotécnicos, químicos e ecotoxicológicos. Os resíduos apresentaram baixo potencial de lixiviação e ausência de ecotoxicidade relevante. As misturas melhoraram a distribuição granulométrica, mantiveram densidade típica de solos e demonstraram boa compactabilidade, especialmente com adição de areia e após envelhecimento. Os resultados dos ensaios indicaram boa rigidez, baixa compressibilidade, permeabilidade adequada e resistência ao corte, comparável à de solos granulares densos. Foi concluído que

a as escórias e suas misturas apresentam um desempenho promissor para aplicação sustentável e ambientalmente segura em obras geotécnicas, contribuindo para a economia circular e a redução do consumo de recursos naturais.

Roque, Monteiro e Coelho (Roque et al., 2025) apresentam um caso de recuperação de passivos ambientais, onde foram explorados os conceitos fundamentais da Geotecnia Ambiental na remediação de áreas contaminadas. O caso refere-se ao processo de recuperação ambiental da antiga mina de carvão de São Pedro da Cova, em Gondomar, onde foram depositadas cerca de 290 mil toneladas de resíduos industriais da Siderurgia Nacional da Maia, entre 2001 e 2002. Inicialmente classificados como “claramente inertes”, esses resíduos revelaram-se perigosos, levando à suspensão da operação e, mais tarde, à realização de estudos técnicos e ambientais que fundamentaram a sua remoção. A intervenção, concluída em 2023, incluiu a remoção dos resíduos e a recuperação ambiental e paisagística da área, mitigando os riscos para o ambiente e a saúde pública, bem como os impactos sociais negativos causados pela gestão inicial inadequada. Foram destacadas duas medidas orientadas para a sustentabilidade e a economia circular: a reutilização local dos solos de recombimento, evitando a produção de cerca de 93 500 m³ de resíduos e reduzindo emissões de gases com efeito de estufa e a adoção de critérios ambientais no transporte dos resíduos.

O artigo de **Cañizal e Lapeña-Mañero** (Cañizal e Lapeña-Mañero, 2025) trata da estabilidade dos taludes em aterros sanitários, um tema de grande relevância, mas ainda pouco explorado na bibliografia técnica e na regulamentação. São apresentados estudos de investigação desenvolvidas ao longo de mais de três décadas pelo Grupo de Geotecnia da Universidade da Cantábria, com foco na caracterização dos parâmetros resistentes dos resíduos e das interfaces entre geossintéticos e solos. São mostrados diversos resultados de ensaios laboratoriais e de campo, bem como comparações com resultados disponíveis na literatura. O artigo reforça a importância de se avaliarem diferentes cenários de cálculo e de se adotarem fatores de segurança ajustados às condições específicas de cada caso, tendo em conta a deformação, a humidade e o comportamento das interfaces, aplicando metodologias adequadas à complexidade dos materiais presentes em aterros sanitários.

A temática do número especial evolui para a análise dinâmica de solos contaminados por atividades mineiras, conforme **Bravo, Carrión, Arrotegui e Arroyo** (Bravo et al., 2025), com foco na estabilidade e no comportamento sísmico de depósitos de rejeitos. O artigo apresenta uma introdução à dinâmica dos solos e aplica esse conhecimento ao estudo dos rejeitos do depósito de Aguas Teñidas (Huelva), operado pela Sandfire MATSA. Nesse contexto foram realizados ensaios de campo com sonda sísmica, além de ensaios laboratoriais de corte direto cíclico, de coluna ressonante e com bender elements. A conjugação dessas técnicas permitiu caracterizar o comportamento dinâmico dos rejeitos ao longo de um amplo intervalo de deformações, gerando uma curva completa de degradação. Os resultados foram consistentes entre si e mostraram boa correspondência entre os métodos de campo e de laboratório. Concluiu-se que a utilização combinada de diferentes técnicas é essencial para a avaliação precisa do comportamento dinâmico de materiais geotécnicos, incluindo sua evolução temporal.

Pereira, Azeredo, Carvalheira, Lopes, Freitas e Coelho (Pereira et al., 2025) apresentam um artigo com foco na construção da Estação Hospital Santo António, na Linha Rosa do Metro do Porto, destacando os desafios técnicos e ambientais enfrentados num meio urbano sensível. O projeto lidou com a interferência de um túnel rodoviário, uma linha de água subterrânea e com a preservação do Jardim do Carregal, procurando também minimizar impactos nas edificações próximas e no trânsito. Para isso, adotou-se uma estrutura subterrânea com túneis de elevada secção e poços de grande diâmetro, utilizando métodos de escavação adequados às condições geotécnicas complexas locais. O projeto priorizou a preservação ambiental, mantendo a maior parte do jardim intacta e minimizando a supressão arbórea, além de reduzir os impactos sociais durante a obra. A estação integra-se harmoniosamente na malha urbana, combinando inovação tecnológica e susten-

tabilidade, e visa melhorar a mobilidade e o desenvolvimento sustentável na cidade do Porto, pretendendo servir de modelo para futuras infraestruturas urbanas.

Tejada, Galindo e Antó (Tejada et al., 2025) exploram a integração entre engenharia geotécnica e sistemas energéticos através da termoativação de fundações ou estruturas de contenção para aproveitar energia geotérmica de baixa temperatura, promovendo aquecimento e climatização mais eficientes e com menor emissão de carbono. Ao utilizar os próprios elementos estruturais como permutadores de calor, reduz-se o investimento inicial. Contudo, a extração e injeção de calor causam alterações cíclicas e localizadas nas temperaturas do solo e da estrutura, exigindo avaliação da interação solo-estrutura para assegurar estabilidade e bom desempenho do sistema. O estudo, baseado em modelação numérica de um falso túnel urbano em Madrid com muros de contenção compostos por estacas termoativas, demonstra que, operando dentro de um intervalo de temperaturas que mantém a eficiência das bombas de calor, os efeitos estruturais são mínimos e não comprometem a segurança nem a funcionalidade. A conclusão principal é que o desempenho termodinâmico limita o intervalo de operação, enquanto que os efeitos estruturais são reduzidos e dependem das condições e controlo do sistema.

O estudo apresentado por **Figueira, Cerdeira, Madureira e Coelho** (Figueira et al., 2025) analisa o estado atual do desenvolvimento da geotermia superficial em Portugal, evidenciando um atraso face a outros países europeus onde esta tecnologia já se encontra mais consolidada. Apesar disso, verifica-se um interesse crescente e já existem casos de sucesso que demonstram o seu potencial. O desenvolvimento sustentável desta tecnologia é considerado essencial para assegurar a qualidade das instalações e promover benefícios nos setores da energia e climatização. A análise abrange vários domínios, incluindo o enquadramento legal, a gestão dos recursos, a formação e certificação de profissionais, as ferramentas de apoio ao projeto e as políticas de incentivo à implementação. O estudo destaca a ausência de regulamentação e legislação específicas como uma das principais barreiras ao crescimento do setor em Portugal, limitando o acesso a incentivos fiscais, financeiros e políticos. Superar estes obstáculos é fundamental para fomentar um mercado dinâmico e sustentável no uso da geotermia superficial.

Este número temático de la revista *Geotecnia*, dedicado a los “Desafíos de la Sostenibilidad”, reúne un conjunto de artículos centrados en la Geotecnia Ambiental, un campo en clara expansión y de creciente importancia en los contextos de la ingeniería civil, las ciencias de la Tierra y la ordenación del territorio. En una época marcada por presiones ambientales sin precedentes, escasez de recursos naturales y crecimiento de las poblaciones urbanas, la Geotecnia Ambiental se afirma como una disciplina transversal, capaz de integrar conocimientos técnicos, científicos y ambientales en la respuesta a problemas complejos y multidimensionales.

Este número tiene como objetivo destacar el papel cada vez más relevante de la Geotecnia Ambiental en la mitigación de impactos ambientales, la rehabilitación de pasivos, la valorización de residuos, el control de contaminaciones, la gestión de riesgos naturales y la adaptación al cambio climático. Las contribuciones aquí reunidas reflejan la diversidad de aplicaciones, metodologías y enfoques que caracterizan este campo, subrayando su contribución decisiva hacia una práctica geotécnica más sostenible, responsable e innovadora.

En el trabajo de **Borgatto, Vieira, Gusmão, Fucale y Dias** (Borgatto et al., 2025) se investiga la aplicación de la economía circular como estrategia para reducir los impactos ambientales de la construcción civil, mediante una Evaluación del Ciclo de Vida comparativa entre dos escenarios de pavimentación en el estacionamiento del RioMar Shopping, en Recife, Brasil: un escenario de construcción tradicional y otro basado en prácticas de construcción circular. Los resultados demostraron que la adopción del escenario circular llevó a una reducción de las emisiones de CO₂ de aproximadamente un 91% y promovió una gestión más eficiente de los residuos, evidenciando el potencial de la economía circular para fomentar la sostenibilidad en el sector, contribuyendo a la mitigación del cambio climático y a la conservación de los recursos naturales.

En el estudio de **Ruver, Fraga y Pacheco** (Ruver et al., 2025) se aborda la reutilización de subproductos industriales y agroindustriales en la estabilización de suelos, con foco en el desempeño geotécnico de dichas mezclas. Se evaluó el comportamiento de una arena fina eólica estabilizada con cal de carburo y ceniza de cáscara de arroz, ambos residuos abundantes en Rio Grande do Sul, Brasil. Se probaron diferentes contenidos, proporciones de ligantes, pesos volumétricos secos y tiempos de curado (7, 28 y 60 días), evaluándose la resistencia a la compresión uniaxial y la permeabilidad correspondientes. Se mostró que el aumento de la resistencia y la reducción de la permeabilidad están influenciados por el tiempo de curado, el peso y el contenido de ligantes, mientras que la proporción entre los ligantes tuvo poca influencia. En conjunto, se demostró el potencial del uso combinado de estos residuos en la estabilización de arenas para aplicaciones geotécnicas.

En el artículo de **Bandarra, Monteiro, Quina y Coelho** (Bandarra et al., 2025) se presenta la evaluación del potencial técnico y ambiental de la aplicación de escorias de incineración de residuos sólidos urbanos y sus mezclas con arena y relaves de mina de hierro en obras geotécnicas. En la caracterización experimental realizada se combinaron ensayos geotécnicos, químicos y ecotoxicológicos. Los residuos presentaron bajo potencial de lixiviación y ausencia de ecotoxicidad relevante. Las mezclas mejoraron la distribución granulométrica, mantuvieron la densidad típica de suelos y demostraron buena compactabilidad, especialmente con la adición de arena y tras envejecimiento. Los resultados indicaron buena rigidez, baja compresibilidad, permeabilidad adecuada y resistencia al corte comparable a la de suelos granulares densos. Se concluyó que las escorias y sus mezclas presentan un desempeño prometedor para una aplicación sostenible y ambientalmente segura en obras geotécnicas, contribuyendo a la economía circular y a la reducción del consumo de recursos naturales.

Roque, Monteiro y Coelho (Roque et al., 2025) presentan un caso de recuperación de pasivos ambientales, donde se exploraron los conceptos fundamentales de la Geotecnia Ambiental en la remediación de áreas contaminadas. El caso se refiere al proceso de recuperación ambiental de la antigua mina de carbón de São Pedro da Cova, en Gondomar, donde fueron depositadas alrededor de 290 mil toneladas de residuos industriales de la Siderurgia Nacional de Maia entre 2001 y 2002. Inicialmente clasificados como “claramente inertes”, estos residuos se revelaron peligrosos, lo que llevó a la suspensión de la operación y, posteriormente, a la realización de estudios técnicos y ambientales que fundamentaron su remoción. La intervención, concluida en 2023, incluyó la remoción de los residuos y la recuperación ambiental y paisajística del área, mitigando los riesgos para el ambiente y la salud pública, así como los impactos sociales negativos causados por la gestión inicial inadecuada. Se destacaron dos medidas orientadas a la sostenibilidad y a la economía circular: la reutilización local de los suelos de recubrimiento, evitando la producción de cerca de 93.500 m³ de residuos y reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero, y la adopción de criterios ambientales en el transporte de los residuos.

El artículo de **Cañizal y Lapeña-Mañero** (Cañizal y Lapeña-Mañero, 2025) trata sobre la estabilidad de los taludes en vertederos sanitarios, un tema de gran relevancia pero aún poco explorado en la bibliografía técnica y en la normativa. Se presentan estudios de investigación desarrollados a lo largo de más de tres décadas por el Grupo de Geotecnia de la Universidad de Cantabria, con foco en la caracterización de los parámetros resistentes de los residuos y de las interfaces entre geosintéticos y suelos. Se muestran diversos resultados de ensayos de laboratorio y de campo, así como comparaciones con resultados disponibles en la literatura. El artículo refuerza la importancia de evaluar diferentes escenarios de cálculo y de adoptar coeficientes de seguridad ajustados a las condiciones específicas de cada caso, teniendo en cuenta la deformación, la humedad y el comportamiento de las interfaces, aplicando metodologías adecuadas a la complejidad de los materiales presentes en vertederos sanitarios.

La temática del número especial evoluciona hacia el análisis dinámico de suelos contaminados por actividades mineras, según **Bravo, Carrión, Arrotegui y Arroyo** (Bravo et al., 2025), con foco en la estabilidad

y comportamiento sísmico de depósitos de relaves. El artículo presenta una introducción a la dinámica de suelos y aplica ese conocimiento al estudio de los relaves del depósito de Aguas Teñidas (Huelva), operado por Sandfire MATSA. En este contexto se realizaron ensayos de campo con sonda sísmica, además de ensayos de laboratorio de corte directo cíclico, columna resonante y con elementos vibradores (bender elements). La combinación de estas técnicas permitió caracterizar el comportamiento dinámico de los relaves a lo largo de un amplio rango de deformaciones, generando una curva completa de degradación. Los resultados fueron consistentes y mostraron buena correspondencia entre los métodos de campo y laboratorio. Se concluyó que la utilización combinada de diferentes técnicas es esencial para la evaluación precisa del comportamiento dinámico de materiales geotécnicos, incluyendo su evolución temporal.

Pereira, Azeredo, Carvalho, Lopes, Freitas y Coelho (Pereira et al., 2025) presentan un artículo centrado en la construcción de la Estación Hospital Santo António, en la Línea Rosa del Metro de Oporto, destacando los desafíos técnicos y ambientales enfrentados en un entorno urbano sensible. El proyecto afrontó la interferencia de un túnel rodado, una línea de agua subterránea y la preservación del Jardín del Carregal, buscando además minimizar impactos en edificaciones cercanas y en el tráfico. Para ello, se adoptó una estructura subterránea con túneles de gran sección y pozos de gran diámetro, utilizando métodos de excavación adecuados a las complejas condiciones geotécnicas locales. El proyecto priorizó la preservación ambiental, manteniendo la mayor parte del jardín intacto y minimizando la supresión arbórea, además de reducir impactos sociales durante la obra. La estación se integra armónicamente en la trama urbana, combinando innovación tecnológica y sostenibilidad, y pretende mejorar la movilidad y el desarrollo sostenible en la ciudad de Oporto, sirviendo de modelo para futuras infraestructuras urbanas.

Tejada, Galindo y Antó (Tejada et al., 2025) exploran la integración entre ingeniería geotécnica y sistemas energéticos a través de la termoactivación de cimentaciones o estructuras de contención para aprovechar la energía geotérmica de baja temperatura, promoviendo calefacción y climatización más eficientes y con menor emisión de carbono. Al utilizar los propios elementos estructurales como intercambiadores de calor, se reduce la inversión inicial. Sin embargo, la extracción e inyección de calor causan alteraciones cíclicas y localizadas en las temperaturas del suelo y la estructura, requiriendo evaluación de la interacción suelo-estructura para asegurar estabilidad y buen desempeño del sistema. El estudio, basado en modelación numérica de un falso túnel urbano en Madrid con muros de contención compuestos por pilotes termoactivos, demuestra que, operando dentro de un rango de temperaturas que mantiene la eficiencia de las bombas de calor, los efectos estructurales son mínimos y no comprometen la seguridad ni la funcionalidad. La conclusión principal es que el desempeño termodinámico limita el rango de operación, mientras que los efectos estructurales son reducidos y dependen de las condiciones y el control del sistema.

El estudio presentado por **Figueira, Cerdeira, Madureira y Coelho** (Figueira et al., 2025) analiza el estado actual del desarrollo de la geotermia superficial en Portugal, evidenciando un retraso respecto a otros países europeos donde esta tecnología ya está más consolidada. A pesar de ello, se observa un interés creciente y existen casos de éxito que demuestran su potencial. El desarrollo sostenible de esta tecnología se considera esencial para asegurar la calidad de las instalaciones y promover beneficios en los sectores de energía y climatización. El análisis abarca varios ámbitos, incluyendo el marco legal, la gestión de recursos, la formación y certificación de profesionales, las herramientas de apoyo al diseño y las políticas de incentivo a la implementación. El estudio destaca la ausencia de regulación y legislación específicas como una de las principales barreras al crecimiento del sector en Portugal, limitando el acceso a incentivos fiscales, financieros y políticos. Superar estos obstáculos es fundamental para fomentar un mercado dinámico y sostenible en el uso de la geotermia superficial.

This thematic issue of the journal *Geotecnia*, is dedicated to the “Challenges of Sustainability”, it brings together a set of articles focused on Environmental Geotechnics, a field that is clearly expanding and gaining increasing relevance within the contexts of civil engineering, earth sciences, and spatial planning. In an era marked by unprecedented environmental pressures, the depletion of natural resources, and growing urban populations, Environmental Geotechnics is emerging as a cross-disciplinary field capable of integrating technical, scientific, and environmental knowledge to address complex and multidimensional challenges.

This issue aims to highlight the increasingly important role of Environmental Geotechnics in mitigating environmental impacts, rehabilitating environmental liabilities, recovering waste, controlling contamination, managing natural hazards, and adapting to climate change. The contributions gathered here reflect the diversity of applications, methodologies, and approaches that characterize this field, underlining its decisive contribution to a more sustainable, responsible, and innovative geotechnical practice.

In the work by **Borgatto, Vieira, Gusmão, Fucale, and Dias** (Borgatto et al., 2025), the application of circular economy principles is investigated as a strategy to reduce the environmental impacts of civil construction. This is done through a comparative Life Cycle Assessment (LCA) between two pavement scenarios in the parking lot of RioMar Shopping, in Recife, Brazil: one following traditional construction methods and the other based on circular construction practices. The results showed that adopting the circular scenario led to a reduction of approximately 91% in CO₂ emissions and promoted more efficient waste management, highlighting the potential of the circular economy to enhance sustainability in the sector, contribute to climate change mitigation, and support the conservation of natural resources.

The study by **Ruver, Fraga, and Pacheco** (Ruver et al., 2025) addresses the reuse of industrial and agro-industrial by-products in soil stabilization, focusing on the geotechnical performance of these mixtures. The behavior of an aeolian fine sand stabilized with carbide lime and rice husk ash—both abundant residues in Rio Grande do Sul, Brazil—was evaluated. Various contents, binder proportions, dry unit weights, and curing times (7, 28, and 60 days) were tested, and unconfined compressive strength and permeability were assessed. The results showed that strength gain and permeability reduction are influenced by curing time, dry density, and binder content, while the ratio between binders had little effect. Overall, the study demonstrated the potential of combining these residues for sand stabilization in geotechnical applications.

In the article by **Bandarra, Monteiro, Quina, and Coelho** (Bandarra et al., 2025), the technical and environmental potential of using municipal solid waste incineration bottom ash and its mixtures with sand and iron ore tailings in geotechnical works is assessed. The experimental characterization combined geotechnical, chemical, and ecotoxicological tests. The residues showed low leaching potential and no significant ecotoxicity. The mixtures improved particle size distribution, maintained soil-like densities, and demonstrated good compactability, especially when mixed with sand and after aging. Test results indicated good stiffness, low compressibility, adequate permeability, and shear strength comparable to that of dense granular soils. It was concluded that the ashes and their mixtures show promising performance for sustainable and environmentally safe applications in geotechnical works, contributing to circular economy practices and the reduction of natural resource consumption.

Roque, Monteiro, and Coelho (Roque et al., 2025) present a case of environmental liability remediation, where the fundamental concepts of Environmental Geotechnics were applied in the recovery of contaminated areas. The case concerns the environmental remediation of the former São Pedro da Cova coal mine, in Gondomar, where around 290,000 tons of industrial waste from the Siderurgia Nacional da Maia were deposited between 2001 and 2002. Initially classified as “clearly inert,” these wastes were later revealed to be hazardous, leading to the suspension of the operation and, subsequently, to the development of technical and

environmental studies that supported their removal. The intervention, completed in 2023, included the removal of the waste and the environmental and landscape restoration of the area, mitigating risks to the environment and public health, as well as the negative social impacts caused by the initial inadequate management. Two measures aimed at sustainability and the circular economy were highlighted: the local reuse of cover soils, avoiding the generation of approximately 93,500 m³ of waste and reducing greenhouse gas emissions, and the adoption of environmental criteria in the transport of the waste.

The article by **Cañizal and Lapeña-Mañero** (Cañizal and Lapeña-Mañero, 2025) addresses the stability of slopes in sanitary landfills, a highly relevant topic that remains underexplored in technical literature and regulations. The article presents research developed over more than three decades by the Geotechnics Group of the University of Cantabria, focusing on the characterization of the strength parameters of waste and the interfaces between geosynthetics and soils. A variety of laboratory and field test results are presented, as well as comparisons with data available in the literature. The article reinforces the importance of assessing different design scenarios and adopting safety factors adapted to the specific conditions of each case, considering deformation, moisture, and interface behavior, and applying methodologies suited to the complexity of materials found in sanitary landfills.

The theme of the special issue then evolves toward the dynamic analysis of soils contaminated by mining activities, as explored by **Bravo, Carrión, Arrotegui, and Arroyo** (Bravo et al., 2025), with a focus on the stability and seismic behavior of tailings deposits. The article presents an introduction to soil dynamics and applies this knowledge to the study of the tailings at the Aguas Teñidas deposit (Huelva), operated by Sandfire MATSA. In this context, field tests using seismic probes were carried out, along with laboratory tests including cyclic direct shear, resonant column, and bender element tests. The combination of these techniques enabled the characterization of the dynamic behavior of the tailings across a wide strain range, resulting in a complete degradation curve. The results were consistent and showed good agreement between field and laboratory methods. The study concluded that the combined use of different techniques is essential for accurately assessing the dynamic behavior of geotechnical materials, including their temporal evolution.

Pereira, Azeredo, Carvalho, Lopes, Freitas, and Coelho (Pereira et al., 2025) present an article focused on the construction of the Santo António Hospital Station, on Porto Metro's Pink Line, highlighting the technical and environmental challenges faced in a sensitive urban setting. The project dealt with interference from a road tunnel, an underground watercourse, and the preservation of Carregal Garden, while also seeking to minimize impacts on nearby buildings and traffic. To this end, a subsurface structure was adopted, comprising large-section tunnels and wide-diameter shafts, using excavation methods suited to the complex local geotechnical conditions. The project prioritized environmental preservation, maintaining most of the garden intact and minimizing tree removal, while also reducing social impacts during construction. The station integrates harmoniously into the urban fabric, combining technological innovation and sustainability, and aims to improve mobility and sustainable development in the city of Porto, serving as a model for future urban infrastructure.

Tejada, Galindo, and Antó (Tejada et al., 2025) explore the integration of geotechnical engineering and energy systems through the thermoactivation of foundations or retaining structures to harness low-temperature geothermal energy, promoting more efficient and lower-carbon heating and cooling solutions. By using the structural elements themselves as heat exchangers, initial investment is reduced. However, heat extraction and injection cause cyclic and localized changes in the temperature of both the ground and the structure, requiring evaluation of soil–structure interaction to ensure system stability and performance. The study, based on numerical modeling of a cut-and-cover urban tunnel in Madrid with retaining walls composed of thermoactive piles, demonstrates that when operated within a temperature range that maintains heat pump efficiency, structural effects are minimal and do not compromise safety or functionality. The main conclusion is that

thermodynamic performance limits the operating range, while structural effects are minor and dependent on the system's conditions and control.

The study presented by **Figueira, Cerdeira, Madureira, and Coelho** (Figueira et al., 2025) analyzes the current state of shallow geothermal energy development in Portugal, revealing a lag compared to other European countries where this technology is already more established. Nonetheless, there is growing interest, and successful case studies have already demonstrated its potential. The sustainable development of this technology is considered essential to ensure the quality of installations and to generate benefits in the energy and climate control sectors. The analysis covers several areas, including the legal framework, resource management, professional training and certification, design support tools, and policy incentives for implementation. The study highlights the lack of specific regulation and legislation as one of the main barriers to the sector's growth in Portugal, limiting access to fiscal, financial, and political incentives. Overcoming these barriers is fundamental to fostering a dynamic and sustainable market for the use of shallow geothermal energy

Ana Vieira, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Portugal

Fernando Pardo de Santayana, CEDEX, España

Roberto Quental Coutinho, Universidade Federal de Pernambuco, Brasil

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERENCES

- Borgatto, A. V. A.; Vieira, C.S.; Gusmão, A.D.; Fucale, S.; Dias, A.B.F. (2025). *Economia circular na geotecnia: Caso de estudo no Riomar Shopping*. Geotecnia 164, págs. 13-41
- Ruver, C.A.; Fraga, D.W.; Pacheco, G.M. (2025). *Análise da resistência mecânica e permeabilidade de uma areia fina estabilizada com resíduos: Cal de carbureto e cinza de casca de arroz*. Geotecnia 164, págs. 43-64
- Bandarra, B. S.; Monteiro, L.S.V.E.; Quina, M.J.; Coelho, P.A.L.F. (2025). *Avaliação do comportamento mecânico e ambiental de resíduos inorgânicos para uso em obras geotécnicas sustentáveis*. Geotecnia 164, págs. 65-92
- Roque, A.J.; Monteiro, V.; Coelho, M.J. (2025). *Conceitos e princípios da geotecnia ambiental aplicados na recuperação do passivo ambiental de São Pedro da Cova*. Geotecnia 164, págs. 93-122
- Cañizal, J. y Lapeña-Mañero, P. (2025). *Caracterización resistente de los residuos y de las interfaces entre geosintéticos utilizados en vertederos*. Geotecnia 164, págs. 123-162
- Bravo, R.R., Carrión, A.T., Arroategui, K.S., Arroyo, V.P. (2025). *Caracterización dinámica de suelos. Aplicación al estudio de relaves*. Geotecnia 164, págs. 163-190
- Pereira, A.; Azeredo, T.; Carvaheira, A.; Lopes, P.; Freitas, C.; Coelho, I. (2025). *Desafios e soluções construtivas da estação Hospital Santo António do Metro do Porto*. Geotecnia 164, págs. 191-216
- Tejada, I.G.; Galindo, J.G.; Antó, J.M. (2025). *Valoración de la interacción suelo-estructura en un falso túnel urbano termoactivo en Madrid*. Geotecnia 164, págs. 217-242
- Figueira, J.S.; Cerdeira, R.; Madureira, P.; Coelho, L. (2025). *Contexto atual do desenvolvimento de soluções de geotermia superficial em Portugal*. Geotecnia 164, págs. 243-266