

**INOVAÇÃO EM MATERIAIS E TÉCNICAS DE CONSTRUÇÃO PARA FUNDAÇÕES
SUSTENTÁVEIS E ECONOMICAMENTE VIÁVEIS**

**INNOVATION IN CONSTRUCTION MATERIALS AND TECHNIQUES FOR
SUSTAINABLE AND ECONOMICALLY VIABLE FOUNDATIONS**

Alessandro Conceição NASCIMENTO

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-7554-2097>

Discente do curso de Engenharia Civil

Instituto Educacional Santa Catarina Faculdade Guarai (IESC/FAG)

e-mail: alessandronascimento9000@gmail.com

Vanessa de Castro PEREIRA

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-8203-1681>

Discente do curso de Engenharia Civil

Instituto Educacional Santa Catarina Faculdade Guarai (IESC/FAG)

e-mail: vanessacastro062@gmail.com

Leonardo Moreira SANTANA

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5348-0659>

Instituto Educacional Santa Catarina Faculdade Guarai (IESC/FAG)

e-mail: leonardo.moreira@iescfag.edu.br

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.14201699>

RESUMO

O artigo explora a necessidade de inovação em materiais e técnicas para fundações sustentáveis e economicamente viáveis na construção civil, setor essencial para a economia, mas com grandes impactos ambientais. Com destaque para concreto de alto desempenho, vidros inteligentes e polímeros, o estudo avalia esses materiais quanto à durabilidade e impacto ambiental, considerando fundações superficiais e profundas. A pesquisa aponta que, embora o setor busque sustentabilidade, enfrenta desafios na adoção de novas soluções devido a custos e falta de estudos específicos.

Materiais inovadores, como fibras de carbono e grafeno, se sobressaem por sua resistência e leveza, mas exigem estudos de viabilidade para avaliar custos e impacto ambiental. A Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) é outro aspecto central, pois define o nível de impacto sobre o ecossistema local e exige relatórios e planos de manejo. No entanto, em empreendimentos de grande escala, a AIA pode ser tratada como mera formalidade, enfatizando a importância de práticas realmente comprometidas com a sustentabilidade.

Nas conclusões, o artigo reforça que a adoção de fundações sustentáveis é essencial para o futuro da construção civil. A integração de tecnologia e inovação permite minimizar os impactos ambientais sem comprometer a viabilidade econômica, ainda que desafios persistam, como altos custos iniciais e resistência a mudanças. A pesquisa finaliza defendendo que, com práticas inovadoras, o setor pode evoluir para construções seguras, eficientes e ambientalmente responsáveis.

Palavra-chave: Inovação. Fundações Sustentáveis. Viabilidade Econômica.

ABSTRACT

The article explores the need for innovation in materials and techniques for sustainable and economically viable foundations in the construction industry, a sector essential to the economy yet with significant environmental impacts. Highlighting high-performance concrete, smart glass, and polymers, the study assesses these materials in terms of durability and environmental impact, considering both shallow and deep foundations. The research points out that, although the sector seeks sustainability, it faces challenges in adopting new solutions due to costs and a lack of specific studies.

Innovative materials, such as carbon fiber and graphene, stand out for their strength and lightness, but viability studies are needed to assess costs and environmental impact. Environmental Impact Assessment (EIA) is another central aspect, as it defines the level of impact on the local ecosystem and requires reports and management plans. However, in large-scale projects, the EIA can sometimes be treated as a mere formality, emphasizing the importance of practices genuinely committed to sustainability.

In conclusion, the article emphasizes that adopting sustainable foundations is essential for the future of the construction sector. The integration of technology and innovation allows for minimizing environmental impacts without compromising economic viability, although challenges persist, such as high initial costs and resistance to change. The study concludes that, with innovative practices, the sector can evolve towards safe, efficient, and environmentally responsible construction.

Keywords: Innovation. Sustainable Foundations, Economic Viability.

INTRODUÇÃO

A construção civil desempenha um papel fundamental no desenvolvimento econômico e social, sendo responsável por grandes investimentos e geração de empregos. No entanto, essa indústria também é um dos setores que mais contribuem para o impacto ambiental, sendo responsável por aproximadamente 40% das emissões globais de CO₂ e pela geração de resíduos em todas as etapas da construção (Cardoso, 2022). Diante desse cenário, surgem cada vez mais discussões sobre a necessidade de soluções sustentáveis que conciliem desenvolvimento econômico e preservação ambiental.

A sustentabilidade na construção civil, particularmente no que se refere às fundações, enfrenta desafios específicos. As fundações são responsáveis por garantir a estabilidade das edificações e sua correta execução influencia diretamente tanto a segurança da obra quanto seu impacto ambiental. A falta de estudos aprofundados sobre o uso de materiais e técnicas inovadoras para fundações sustentáveis é um obstáculo a ser superado, especialmente em um setor que muitas vezes hesita em adotar novas soluções por questões de custo e risco (Dias *et al.*, 2022).

A adoção de práticas sustentáveis na construção civil não apenas reduz os impactos ambientais, mas também proporciona vantagens econômicas a longo prazo, como a diminuição de custos operacionais e o aumento da eficiência energética das edificações. No entanto, alcançar esse equilíbrio entre sustentabilidade e viabilidade econômica exige uma abordagem multidisciplinar, que envolve desde a escolha de materiais inovadores até a análise das condições geotécnicas do solo e o desenvolvimento de novas técnicas construtivas (Nonato; Lunardelli, 2024). Assim, a integração dessas variáveis é essencial para promover a sustentabilidade no setor de fundações, que continua sendo uma área desafiadora pela sua complexidade e importância estrutural.

Nesse contexto, a busca por inovações que promovam fundações mais eficientes e sustentáveis é urgente. Soluções que integram novos materiais e técnicas construtivas

podem ajudar a minimizar o impacto ambiental das obras sem comprometer sua viabilidade econômica. Este estudo se propõe a investigar como a inovação em materiais e métodos de construção pode contribuir para o desenvolvimento de fundações que atendam a essas necessidades (Rodrigues, 2023). Ao equilibrar sustentabilidade e custos, a pesquisa visa propor alternativas que possam ser amplamente adotadas no setor.

O trabalho tem como objetivo explorar as inovações em materiais e técnicas de construção que possibilitem a criação de fundações sustentáveis e economicamente viáveis. Para isso, a pesquisa será baseada em uma revisão bibliográfica que aborda as principais soluções encontradas na literatura e avalia a viabilidade dessas inovações no contexto atual da construção civil.

MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo foi realizado por meio de uma pesquisa bibliográfica exploratória e descritiva, que envolveu a análise de materiais inovadores aplicados na construção civil, com foco na sustentabilidade e viabilidade econômica de fundações. A metodologia baseou-se na consulta a artigos científicos, livros e relatórios técnicos que discutem tanto as técnicas de construção quanto o impacto ambiental da escolha de materiais (Dias *et al.*, 2022). A revisão da literatura permitiu identificar lacunas de conhecimento sobre o uso de materiais sustentáveis no campo das fundações e as melhores práticas para o equilíbrio entre custos e impacto ambiental.

A análise dos materiais inovadores foi conduzida com base em critérios de desempenho, durabilidade e impacto ambiental. Conforme sugerido por Nonato e Lunardelli (2024) os materiais inovadores, como concreto de alto desempenho, vidros inteligentes e polímeros de engenharia, foram selecionados pela sua capacidade de otimizar a resistência estrutural, reduzir emissões de CO₂ e melhorar a eficiência energética nas construções. A escolha desses materiais considerou também sua disponibilidade e custo no mercado, de forma a garantir que as fundações projetadas sejam sustentáveis e economicamente viáveis.

Além disso, foram analisados estudos de caso que aplicam técnicas construtivas sustentáveis em fundações profundas e superficiais. A metodologia seguiu os princípios estabelecidos por Cardoso (2022) que destaca a importância de estudos de viabilidade geotécnica e ambiental antes da escolha de um sistema de fundação. Esse estudo de viabilidade incluiu uma avaliação detalhada das características do solo, tais como resistência e deformabilidade, para assegurar que os materiais e as técnicas empregadas fossem adequados às condições geotécnicas do local.

Por fim, a metodologia adotada neste trabalho consistiu na análise dos materiais inovadores para fundações, levando em conta seu desempenho, durabilidade e impacto ambiental. Essa abordagem permitiu avaliar a viabilidade desses materiais no contexto atual da construção civil, com foco em soluções que aliem sustentabilidade e eficiência econômica, conforme sugerido por Nonato e Lunardelli (2024).

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Sustentabilidade na construção civil: desafios e aplicações em fundações

De acordo com os dados publicados pelo conselho federal de Engenharia e Agronomia (Confea, encerra o ano de 2022 com expressiva marca de 1.121.435 profissionais ativos). A indústria da construção civil compreende atividades relacionadas à construção de edificações e obras de infraestrutura, incluindo edifícios

residenciais, comerciais, industriais e públicos, bem como saneamento, instalações de energia elétrica, gás, telecomunicações entre outras. Sendo relevante para o crescimento socioeconômico do Brasil e do mundo (Dias et al., 2022).

Todo processo de construção deve ser bem planejado e arquitetado; diante disso, existem regulamentos que devem ser seguidos para a segurança da construção. Por exemplo, as fundações, que devem seguir os critérios de segurança e economia relatados pela NBR 6122:2019, trata-se de uma norma regulamentadora de projetos e execução de fundações de qualquer tipo de estrutura especificada como convencional na Engenharia Civil. Essas fundações são estruturas que interligam a estrutura da construção ao terreno. Porém o seu desempenho pode ser comprometido por problemas advindos desde a fase de projeto até a fase de utilização dessa estrutura, a falta de estudos do solo ou mesmo a má interpretação dos dados geotécnicos. Sendo assim, uma das consequências é o recalque diferencial na estrutura, tornando a estimativa dos recalques de suma importância para a concepção de um projeto (Alcântara et al., 2021).

Segundo Cardoso (2022) ao decorrer dos últimos anos, estima-se a atribuição de mais relevância aos assuntos relacionados aos impactos dos materiais de construção no meio ambiente, na tomada de decisão, por certo produto e sistema construtivo, não só os aspectos técnicos e econômicos devem ser levados em conta, mas também os ecológicos. Ao ouvir falar de sustentabilidade, é comum associá-la ao cuidado com o meio ambiente. Essa associação não está incorreta, ela está incompleta. Este engano comum, esta justificado pelas circunstâncias em que o termo ganhou notoriedade.

A sustentabilidade refere-se à capacidade de atender às necessidades da geração atual sem comprometer os recursos e o bem-estar das gerações futuras. Isso envolve a gestão equilibrada dos recursos naturais, de forma a garantir sua disponibilidade a longo prazo. Na construção civil, a sustentabilidade ganha uma dimensão crucial, já que esse setor é responsável por grande parte do consumo de materiais e energia, além de ser um dos principais emissores de dióxido de carbono (CO₂). O objetivo é desenvolver soluções que promovam a eficiência energética, a redução de resíduos e o uso consciente de materiais de construção, sem sacrificar o desempenho técnico e econômico das obras. A aplicação de princípios sustentáveis em projetos de engenharia civil inclui o uso de materiais recicláveis, a adoção de técnicas que minimizam o impacto ambiental, e a busca por soluções que conciliem desenvolvimento econômico e preservação ambiental (Carvalho et al., 2021).

A construção civil não pode ficar por fora das discussões sobre sustentabilidade, afinal, esta indústria, que cria milhares de empregos e movimentada a economia mundial, é também responsável pela emissão de 40% de CO₂ do planeta. Na construção civil, os resíduos são gerados desde a preparação do terreno que irá receber a edificação, até as etapas finais da construção do edifício. Infelizmente, a sustentabilidade ainda é pouco explorada nessa área, especialmente quando se trata das fundações, que desempenham um papel crítico tanto na segurança quanto no impacto ambiental das obras. Seja pelo receio de aplicar soluções inovadoras em uma área tão vital ou pela falta de pesquisas focadas nesse setor, há uma evidente lacuna na literatura sobre alternativas sustentáveis para fundações (Cardoso, 2022).

Diante dessa realidade, a escolha do tipo de fundação torna-se um dos momentos mais importantes para assegurar a sustentabilidade de um projeto. Para isso, é essencial realizar um estudo detalhado das propriedades do solo, o que permite avaliar fatores cruciais como localização, resistência e saturação do terreno. Esses aspectos não apenas influenciam a segurança estrutural, mas também a eficiência do uso de materiais e a redução de impactos ambientais, elementos-chave para uma construção sustentável (Rodrigues, 2023).

As fundações superficiais ou diretas, são aquelas que transmitem diretamente para o solo as cargas provenientes da estrutura, predominantemente pela base. Esses tipos só devem ser utilizados em lugares com boa resistência. Quando o solo do terreno não apresenta boa resistência nos primeiros 3 metros de profundidade, é preciso recorrer às fundações profundas, essas são caracterizadas pela transmissão de cargas da edificação por meio da base (resistência de ponta), pela lateral (resistência de fuste), ou pela combinação das duas (Rodrigues, 2023).

A pesquisa será orientada pelo estudo e análise dos objetivos específicos mencionados anteriormente, adotando uma abordagem focada na busca de soluções inovadoras e sustentáveis para a construção de fundações. A problemática central do estudo destaca o desafio de equilibrar sustentabilidade e viabilidade econômica, um aspecto crucial no campo da construção civil. A questão norteadora é: "Como a inovação em materiais e técnicas de construção pode contribuir para o desenvolvimento de fundações mais sustentáveis e economicamente viáveis?"

O presente projeto de pesquisa tem como objetivo geral abordar sobre inovação em materiais e técnicas de construção para fundações sustentáveis e economicamente viáveis. Apresentando os seguintes objetivos específicos: Estudo de Materiais Inovadores, análise de viabilidade técnica, Execução e sustentabilidade.

Materiais inovadores

Materiais inovadores são substâncias que apresentam propriedades superiores, desenvolvidas por meio de avanços tecnológicos e científicos. Esses materiais são especificamente projetados para atender a exigências de desempenho, resistência e durabilidade, entre outras características. Diferentemente dos materiais tradicionais, que têm limitações impostas pela sua composição natural e pelos métodos de fabricação convencionais, os materiais inovadores podem ser manipulados em nível molecular para obter características personalizadas (Nonato; Lunardelli, 2024).

Entre os exemplos de materiais inovadores, destacam-se aqueles que são simultaneamente leves e robustos, como as fibras de carbono amplamente utilizadas na indústria aeroespacial. Outros materiais, como o grafeno, apresentam transparência e alta condutividade, sendo aplicados em eletrônica e sistemas de energia. Essas substâncias frequentemente apresentam resistência a altas temperaturas, durabilidade excepcional e otimização na condutividade térmica (Nonato, 2024).

As principais áreas de aplicação dos materiais inovadores incluem:

Construção Civil: Na construção, esses materiais são empregados para desenvolver estruturas mais leves, resistentes e sustentáveis. Exemplos incluem concretos de alto desempenho, vidros inteligentes, isolantes térmicos avançados e compósitos utilizados no reforço estrutural (John, 2021; Nonato, 2024).

Siderurgia: No setor siderúrgico, os materiais inovadores são utilizados para criar ligas metálicas mais leves e resistentes, além de revestimentos anticorrosivos e técnicas de tratamento térmico avançadas, que ampliam a eficiência e a durabilidade dos produtos (Rossi, 2022; Brito, 2023).

Produção Industrial: Esses materiais também oferecem soluções para diversos desafios de engenharia, como redução de peso, aumento da eficiência energética e melhorias na resistência ao desgaste. Exemplos incluem polímeros de engenharia, cerâmicas avançadas, ligas de titânio e compósitos de fibra de carbono. A adoção de materiais inovadores, embora ainda inicial, promete revolucionar a indústria, proporcionando avanços significativos em áreas que vão da construção civil à eletrônica.

Com o contínuo avanço tecnológico, esses materiais se tornam essenciais para enfrentar e superar diversos desafios do setor (Silva, 2022; Oliveira, 2021).

Estudo de viabilidade técnica

O estudo de viabilidade técnica é uma etapa essencial na fase de planejamento de um projeto, responsável por avaliar a viabilidade do empreendimento em relação a fatores como custos, riscos envolvidos e previsões de retorno financeiro. Este estudo, que precede a elaboração do projeto executivo, fornece uma visão abrangente do empreendimento, sendo crucial para o sucesso do mesmo (Instituto Brasileiro de Engenharia de Custos, 2021).

Para garantir um desempenho adequado do projeto, o estudo de viabilidade reúne informações por meio de pesquisas de campo, permitindo uma coleta de dados que fundamenta a análise. Essa análise abrange diversos aspectos, incluindo a identificação de potenciais problemas e a proposição de soluções adequadas (Instituto Brasileiro de Engenharia de Custos, 2021). Os principais focos desse estudo incluem:

- A viabilidade do desenvolvimento de novos projetos, produtos ou processos;
- A mitigação de riscos financeiros;
- A segurança e a robustez do projeto;
- A prevenção de desperdícios financeiros;
- A avaliação de possíveis impactos ambientais;
- A análise do efeito socioeconômico do projeto na comunidade.

Um componente crítico desse processo é a verificação das receitas projetadas para o empreendimento, comparando-as com as despesas estimadas. Essa avaliação é fundamental para determinar a capacidade do projeto em atrair investidores. Para tal, duas análises preliminares são realizadas: a avaliação da aquisição do terreno e a projeção do fluxo de caixa (Instituto Brasileiro de Engenharia de Custos, 2021).

Além dos sistemas construtivos, as decisões tomadas durante o planejamento de um empreendimento têm um impacto significativo na eficiência da obra. Esses aspectos incluem durabilidade, custos, tempo de execução e sustentabilidade. Cada sistema construtivo apresenta características distintas e oferece vantagens específicas, que podem se adequar de forma diferente aos objetivos e restrições do projeto (Instituto Brasileiro de Engenharia de Custos, 2021).

A análise de dados, quando aplicada à gestão empresarial na construção civil, vai além de simplesmente controlar processos e garantir o cumprimento do planejamento. Trata-se de transformar informações brutas em insights estratégicos, capazes de prever riscos, otimizar recursos e antecipar tendências. Ferramentas como Big Data, Machine Learning, Business Intelligence e Inteligência Artificial desempenham um papel crucial, pois oferecem uma visão holística e preditiva do empreendimento, permitindo decisões mais assertivas em tempo real. No entanto, o verdadeiro desafio está na capacidade dos gestores de interpretar e aplicar esses dados de forma eficiente, integrando-os com o conhecimento prático da obra. O uso inteligente dessas tecnologias não apenas potencializa a lucratividade, mas também redefine padrões de qualidade e sustentabilidade no setor. Como observado por (Qualitab, 2019), a competitividade na construção civil está diretamente ligada à eficiência operacional, que depende, em grande parte, da qualidade das informações analisadas e das decisões que delas decorrem.

Execução e sustentabilidade

Quando uma área natural é degradada, seja por ações humanas ou fenômenos naturais, é fundamental realizar uma Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) para examinar os danos à biodiversidade local e aos serviços ecossistêmicos. Essa avaliação busca identificar maneiras de remediar a situação e desenvolver um plano de ação para os responsáveis pela área, que podem ser entidades públicas ou privadas (Lunardelli, 2024; Qualitab, 2019).

A AIA é especialmente importante quando há a intenção de transformar paisagens naturais, como a construção de edificações em áreas que contêm fragmentos de florestas. Nesse contexto, a legislação exige que os responsáveis contratem especialistas para elaborar um relatório de AIA, seguindo as diretrizes do Ibama e do Conama. Este relatório, frequentemente elaborado na forma de um Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e um Relatório de Impacto ao Meio Ambiente (Rima), é essencial para a análise das implicações sociais, econômicas e ambientais da proposta (Lunardelli, 2024).

Através desse processo, é possível avaliar se os benefícios esperados superam as perdas ocasionadas pela alteração da paisagem. Se o relatório indicar que os impactos negativos são mais significativos que os ganhos, o projeto pode ser inviabilizado. Por outro lado, se o plano de manejo associado à avaliação demonstrar que a nova configuração trará mais vantagens do que a preservação do ecossistema atual, a proposta poderá avançar legalmente (Lunardelli, 2024; Qualitab, 2019).

Entretanto, existe uma crítica recorrente em relação à efetividade da AIA, especialmente em empreendimentos de grande relevância econômica que contam com apoio político. Em tais casos, a AIA pode ser percebida mais como uma formalidade do que como um verdadeiro instrumento de decisão, levantando preocupações sobre sua capacidade de proteger o meio ambiente. Assim, é crucial que a construção civil adote práticas inovadoras que considerem a sustentabilidade e busquem formas de minimizar os impactos ambientais, garantindo que o desenvolvimento ocorra de maneira responsável e consciente (Lunardelli, 2024; Qualitab, 2019).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As inovações tecnológicas em materiais e técnicas de construção têm desempenhado um papel crucial na busca por fundações mais sustentáveis e economicamente viáveis. Ao longo deste estudo, foi possível identificar que o equilíbrio entre sustentabilidade e viabilidade econômica é um dos maiores desafios enfrentados pelo setor da construção civil, especialmente no que se refere às fundações, que são responsáveis pela segurança e estabilidade das edificações (Nonato; Lunardelli, 2024). O uso de materiais inovadores, como concretos de alto desempenho e polímeros de engenharia, não só otimiza a resistência estrutural, mas também reduz significativamente as emissões de CO₂, contribuindo para uma construção mais sustentável (Nonato; Lunardelli, 2024).

Além disso, foi ressaltado que as técnicas construtivas aplicadas às fundações, sejam superficiais ou profundas, devem ser cuidadosamente planejadas de acordo com as características do solo e as condições ambientais. A análise geotécnica e ambiental é essencial para assegurar que o sistema de fundação escolhido atenda tanto aos critérios de segurança quanto aos objetivos de sustentabilidade. Estudos de viabilidade, como os realizados por Cardoso (2022) mostram que a adoção de soluções inovadoras pode minimizar o impacto ambiental das obras sem comprometer sua viabilidade econômica.

Outro ponto relevante é o papel da modelagem e da análise de dados na otimização de projetos de fundação. A integração de ferramentas tecnológicas, como a inteligência artificial e o Business intelligence, tem se mostrado fundamental para a coleta e análise de dados em campo, auxiliando na tomada de decisões que priorizem a sustentabilidade. Como afirmado por Lunardelli (2024) essas tecnologias permitem prever os possíveis impactos ambientais e garantir que os projetos sejam conduzidos de maneira eficiente, reduzindo desperdícios e otimizando o uso de materiais.

No entanto, ainda há uma lacuna significativa na literatura e na aplicação prática de fundações verdadeiramente sustentáveis. Embora existam várias soluções tecnológicas disponíveis, muitas vezes o receio de adotar novas abordagens em áreas críticas como as fundações impede sua implementação em larga escala. Como apontado por Rodrigues (2023) a falta de pesquisas focadas nesse campo e os altos custos iniciais são barreiras que precisam ser superadas para que as inovações alcancem maior adesão no setor da construção.

Por fim, é evidente que o caminho para a sustentabilidade nas fundações da construção civil passa pela contínua inovação e pelo desenvolvimento de materiais e técnicas que conciliem desempenho estrutural e redução de impactos ambientais. A adoção dessas práticas, conforme discutido ao longo deste estudo, pode transformar o setor de fundações em um exemplo de como a engenharia civil pode contribuir significativamente para um futuro mais sustentável (Carvalho *et al.*, 2021). É necessário que os profissionais da área estejam cada vez mais conscientes da importância de integrar a sustentabilidade como um dos pilares fundamentais de seus projetos, garantindo, assim, construções seguras, eficientes e ambientalmente responsáveis.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alcântara, M. et al. Análise da viabilidade técnica entre fundações profundas e superficiais através de estimativas em um software: estudo de caso. **Brazilian Journal of Development**, 2021. DOI: 10.34117/bjdv7n9-186. Disponível em: <https://www.academia.edu/download/72122301/pdf.pdf>. Acesso em: 13 fev. 2024.

Brito, F. Inovações na siderurgia: materiais avançados e eficiência produtiva. **Journal of Metallurgy and Materials**, 2023.

Carvalho, P. et al. Sustentabilidade na engenharia civil: práticas e desafios. **Revista Brasileira de Construção Civil**, v. 10, n. 2, p. 45-60, 2021.

Cardoso, L. **Soluções sustentáveis associadas à engenharia de fundações e geotecnia – estudo de caso, reaproveitamento de estacas para contenção**. Pantheon Repositório Institucional da UFRJ, 2022. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11422/19188>. Acesso em: 14 fev. 2024.

Dias, G. et al. Gestão e empreendedorismo: processo de inserção no mercado de trabalho dos engenheiros civis. **Revista acadêmica Omni Sap.**, Mossoró, 2022. DOI: 10.29327/240437.1.3-4. Disponível em: <https://revistas.catolicadorn.com.br/omnia/article/view/30>. Acesso em: 12 fev. 2024.

Instituto Brasileiro de Engenharia de Custos (IBGC). **Estudo de viabilidade técnica da obra: como ele é feito?** IBGC, 2021. Disponível em: <https://ibecensino.org.br/viabilidade->

tecnicaf/. Acesso em: 12 mar. 2024.

John, V. M. Materiais e tecnologias de construção sustentáveis: inovações no uso de materiais e sistemas construtivos. **Revista Brasileira de Engenharia Civil**, 2021.

Lunardelli, P. **Sistemas construtivos: principais modelos utilizados no Brasil**. Prevision, 2024. Disponível em: <https://www.prevision.com.br/blog/sistemas-construtivos/>. Acesso em: 18 abr. 2024.

Nonato, L.; Lunardelli, P. **8 materiais inovadores que você precisa conhecer**. AEVO, 2024. Disponível em: <https://blog.aevo.com.br/materiais-inovadores/>. Acesso em: 8 abr. 2024.

Oliveira, C. **Materiais inovadores na indústria: aplicações em polímeros, cerâmicas e compósitos**. Inovações Tecnológicas, 2021.

Qualitab. **Tecnologia: entenda como a análise de dados é importante para a construção civil!** [S. l.]: Qualitab, 2019. Disponível em: <https://blog.qualitab.com.br/entenda-como-a-analise-de-dados-e-importante-para-a-construcao-civil/>. Acesso em: 24 abr. 2024

Rossi, J. L. **Tecnologia de materiais na indústria siderúrgica: inovações e desafios para o futuro**. Siderurgia e Inovação, 2022.

Rodrigues, A. **Dimensionamento e análise comparativa de fundações profundas de silo metálico de fundo plano: estudo de caso**. Repositório Institucional da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (RIUT), Pato Branco, 2023. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/32332>. Acesso em: 14 fev. 2024.

Silva, A. M. Polímeros e compósitos na engenharia moderna: inovações e sustentabilidade. **Revista de Engenharia Industrial**, 2022.