

**O POSICIONAMENTO DA ENGENHARIA CIVIL FACE AOS DESAFIOS ATUAIS:  
SUSTENTABILIDADE, INOVAÇÃO E RESPONSABILIDADE SOCIAL**

**THE POSITIONING OF CIVIL ENGINEERING IN THE FACE OF CURRENT  
CHALLENGES: SUSTAINABILITY, INNOVATION, AND SOCIAL RESPONSIBILITY**

**EL POSICIONAMIENTO DE LA INGENIERÍA CIVIL FRENTE A LOS DESAFÍOS  
ACTUALES: SOSTENIBILIDAD, INNOVACIÓN Y RESPONSABILIDAD SOCIAL**



10.56238/revgeov16n4-058

**Benedito Paulo Manuel**

Doutor em Ciências Económicas

Instituição: Instituto Politécnico de Saurimo, Universidade Lueji Ankonde

E-mail: beneditomanuel@yahoo.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-6709-4981>

---

**RESUMO**

A Engenharia Civil, historicamente associada à construção de infraestruturas essenciais ao desenvolvimento socioeconómico, enfrenta atualmente novos desafios que exigem uma redefinição do seu papel. O objetivo geral deste artigo é analisar o posicionamento atual da Engenharia Civil diante das exigências contemporâneas, destacando práticas, inovações e perspectivas futuras. Especificamente, buscou-se: identificar os principais desafios que influenciam a atuação do setor; examinar como a sustentabilidade e a responsabilidade social têm sido integradas às práticas profissionais; avaliar o impacto das tecnologias emergentes, como BIM, drones, inteligência artificial e impressão 3D, no reposicionamento da profissão; investigar a percepção dos engenheiros civis sobre tais transformações; e propor recomendações para uma formação académica e prática profissional mais alinhadas aos novos cenários. A pesquisa utilizou metodologia mista, combinando revisão bibliográfica sistemática com aplicação de questionário a profissionais da área. Os resultados indicam que a sustentabilidade é percebida como elemento central na redefinição do setor e que as tecnologias digitais já exercem influência concreta na prática profissional, sendo vistas não como opção, mas como necessidade. Identificou-se também que os principais desafios estão associados às limitações económicas, à escassez de profissionais qualificados e à insuficiência de políticas públicas, fatores que condicionam a plena adoção da inovação, etc. Conclui-se que a Engenharia Civil em Angola encontra-se em processo de transição, caracterizado por consciência crescente da importância da sustentabilidade e da inovação tecnológica, mas condicionado por entraves estruturais. O reposicionamento do setor dependerá da articulação entre Estado, universidades e empresas para transformar desafios em oportunidades e alinhar a profissão aos objetivos globais de desenvolvimento sustentável.

**Palavras-chave:** Engenharia Civil. Sustentabilidade. Inovação Tecnológica. Responsabilidade Social. Angola.

**ABSTRACT**

Civil Engineering, historically associated with the construction of infrastructures essential to socioeconomic development, currently faces new challenges that require a redefinition of its role. The



general objective of this article is to analyze the current positioning of Civil Engineering in the face of contemporary demands, highlighting practices, innovations, and future perspectives. Specifically, the study sought to: identify the main challenges that influence the sector's performance; examine how sustainability and social responsibility have been integrated into professional practices; assess the impact of emerging technologies such as BIM, drones, artificial intelligence, and 3D printing on the repositioning of the profession; investigate civil engineers' perceptions of these transformations; and propose recommendations for academic training and professional practice more aligned with new scenarios. The research adopted a mixed methodology, combining a systematic literature review with the application of a questionnaire to professionals in the field. The findings indicate that sustainability is perceived as a central element in the redefinition of the sector and that digital technologies already exert a concrete influence on professional practice, being regarded not as an option but as a necessity. The study also identified that the main challenges are linked to economic constraints, the shortage of qualified professionals, and the insufficiency of public policies factors that hinder the full adoption of innovation. It is concluded that Civil Engineering in Angola is undergoing a transition process, characterized by a growing awareness of the importance of sustainability and technological innovation, but constrained by structural barriers. The repositioning of the sector will depend on the articulation between the State, universities, and companies in order to transform challenges into opportunities and align the profession with the global objectives of sustainable development.

**Keywords:** Civil Engineering. Sustainability. Technological Innovation. Social Responsibility. Angola.

## RESUMEN

La Ingeniería Civil, históricamente vinculada a la construcción de infraestructuras esenciales para el desarrollo socioeconómico, enfrenta en la actualidad nuevos desafíos que exigen una redefinición de su papel. El objetivo general de este artículo es analizar el posicionamiento actual de la Ingeniería Civil frente a las demandas contemporáneas, destacando prácticas, innovaciones y perspectivas futuras. De manera específica, se buscó: identificar los principales desafíos que influyen en la actuación del sector; examinar cómo la sostenibilidad y la responsabilidad social han sido integradas en las prácticas profesionales; evaluar el impacto de las tecnologías emergentes, como BIM, drones, inteligencia artificial e impresión 3D, en el reposicionamiento de la profesión; investigar la percepción de los ingenieros civiles sobre dichas transformaciones; y proponer recomendaciones para una formación académica y práctica profesional más alineadas con los nuevos escenarios. La investigación empleó una metodología mixta, combinando revisión bibliográfica sistemática con la aplicación de un cuestionario a profesionales del área. Los resultados indican que la sostenibilidad es percibida como un elemento central en la redefinición del sector y que las tecnologías digitales ya ejercen una influencia concreta en la práctica profesional, siendo vistas no como una opción, sino como una necesidad. Asimismo, se identificó que los principales desafíos están asociados a las limitaciones económicas, la escasez de profesionales calificados y la insuficiencia de políticas públicas, factores que condicionan la plena adopción de la innovación, entre otros aspectos. Se concluye que la Ingeniería Civil en Angola se encuentra en un proceso de transición, caracterizado por una creciente conciencia de la importancia de la sostenibilidad y de la innovación tecnológica, aunque condicionada por obstáculos estructurales. El reposicionamiento del sector dependerá de la articulación entre el Estado, las universidades y las empresas para transformar los desafíos en oportunidades y alinear la profesión con los objetivos globales de desarrollo sostenible.

**Palabras clave:** Ingeniería Civil. Sostenibilidad. Innovación Tecnológica. Responsabilidad Social. Angola.



## 1 INTRODUÇÃO

A Engenharia Civil, tradicionalmente associada ao desenvolvimento de infraestruturas físicas como rodovias, pontes, edifícios, barragens e sistemas de abastecimento constitui a base do progresso socioeconômico global. Entretanto, na atualidade, esse campo atravessa um momento de transição estratégica profunda, impulsionada por novos imperativos ambientais, sociais e tecnológicos. A urgência de mitigar os efeitos das mudanças climáticas, atender a padrões de sustentabilidade, adaptar-se às tecnologias digitais emergentes e responder às demandas sociais impõe uma redefinição da atuação profissional e institucional.

Desde o ponto de vista sustentabilidade ambiental e mudanças climáticas, Oyedele num estudo de (2020), afirma que a construção civil é um dos setores mais intensivos em consumo de recursos e emissões de gases de efeito estufa. Segundo ele Estima-se que edifícios e atividades correlatas respondem por 36 % da energia global e 39 % das emissões de CO<sub>2</sub> relacionadas à energia. Além disso, o ciclo de vida dos materiais como concreto impacta substancialmente o clima; por exemplo, a produção de concreto C32/40 gera cerca de 31,6 toneladas de CO<sub>2</sub> por 100 m<sup>3</sup>, o equivalente a cinco anos de emissão média de uma pessoa no Reino Unido.

As mudanças climáticas têm alterado padrões hidrológicos e extremos climáticos, impondo novos desafios de projeto e operação. Eventos como aumento de frequência e intensidade de tempestades, elevação do nível do mar e variabilidade em cargas naturais (vento, neve, inundações) demandam revisão dos parâmetros de segurança e dos métodos de análise de risco (ASCE, 2025). Além disso, o modelo de projetar com base na "climatologia histórica" é insuficiente Urgência por estratégias de adaptação robustas e resiliência em infraestrutura urbana torna-se evidente, (Sharma et al., 2021).

No contexto da rápida urbanização mundial especialmente em economias emergentes exerce forte pressão sobre sistemas urbanos e recursos naturais. MDPI (2022) assegura na sua abordagem que, a expansão urbana global ocorre com mais incidência em terras agrícolas, acarretando problemas como impermeabilização do solo, aumento de inundações e perda de biodiversidade. O crescimento urbano intensifica também o efeito de ilha de calor, sobretudo devido à predominância de concreto e asfalto, alterando microclimas e elevando o consumo energético em centros urbanos (Department of Economic and Social Affairs, 2025).

Como resultado destas problemáticas tem surgido novas exigências sociais e transformações no planejamento urbano evidenciado na demanda por cidades sustentáveis e inclusivas impulsionando a adoção de infraestruturas regenerativas, que vão além de minimizar impactos e buscam restaurar ecossistemas e gerar benefícios sociais positivos.



Segundo Business Insider (2025), exemplos como a Torre Labrador, em Singapura, e o projeto I-PARK1, em Hong Kong, ilustram essa abordagem combinando espaços verdes, eficiência energética e reciclagem de resíduos.

No âmbito urbano, tecnologias como *digital twins* (gêmeos digitais) e inteligência artificial vêm sendo adotadas por diversas cidades para aumentar sua resiliência climática, monitorando aspectos como inundações, poluição e ilhas de calor (Reuters, 2024). Esse movimento reflete a crescente inserção da Engenharia Civil no contexto das cidades inteligentes (*smart cities*), nas quais digitalização e sustentabilidade convergem para enfrentar desafios contemporâneos.

A literatura recente destaca com clareza o potencial transformador dessas tecnologias. O autor Solmaz (2025) na sua abordagem realizou uma revisão sistemática que evidenciou o papel dos *digital twins* em mitigar ineficiências, controlar custos e promover metas de sustentabilidade ao longo dos ciclos de vida de infraestruturas.

De modo semelhante, estudos na área de construção sustentável mostram que gêmeos digitais contribuem para a eficiência energética e melhoria da qualidade ambiental interna em edifícios, sobretudo quando integrados ao BIM (*Building Information Modeling*) metodologia que utiliza modelos digitais 3D e informações para gerenciar todo o ciclo de vida de um projeto de construção, e IoT (Internet das Coisas) tecnologia que conecta dispositivos físicos e sensores à internet para coletar e trocar dados em tempo real (Venkateswarlu & Sathiyamoorthy, 2025). Esta última combinação de BIM e IoT permite a criação de edifícios inteligentes e conectados, a otimização do gerenciamento de obras, e a manutenção preditiva através de um fluxo contínuo de informações entre o modelo digital e o ambiente físico.

Além disso, o uso de digital twins para gestão de riscos e segurança em canteiros de obras vem ganhando força: frameworks baseados nessa tecnologia permitem a identificação precoce de perigos e implementação de medidas preventivas combinando IoT, BIM, visão computacional e inteligência artificial (MDPI, 2023).

No âmbito das políticas globais, os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU (Organização das Nações Unidas), especialmente o ODS 9 (Indústria, Inovação e Infraestrutura), ecoam com clareza os imperativos de infraestrutura resiliente e industrialização sustentável metas que convergem com os desafios que a Engenharia Civil precisa enfrentar, (ONU, 2015).

A urgência dessa reformulação é acentuada por evidências recentes de falhas estruturais, eventos climáticos extremos e desigualdades sociais exacerbadas contextos que demandam não apenas competência técnica, mas também responsabilidade social, inovação e visão ética. Nesse sentido, a engenharia civil contemporânea precisa transcender abordagens tradicionais e abraçar uma postura integrada, que articule sustentabilidade ambiental, inovação digital e impacto social.



Assim, o presente artigo busca analisar como a Engenharia Civil se posiciona diante dos desafios contemporâneos, discutindo o papel da inovação, da sustentabilidade e da ética na redefinição de sua prática profissional.

O Problema de Pesquisa identificado foi ¿Como a Engenharia Civil se posiciona, atualmente, diante dos desafios globais e locais (sustentabilidade, inovação tecnológica, mudanças climáticas, impacto social) e quais são as estratégias adotadas por profissionais e instituições da área para responder a essas exigências?

Como Objetivo Geral determinou-se analisar o posicionamento atual da Engenharia Civil em relação aos desafios contemporâneos, destacando práticas, inovações e perspectivas futuras. Como Objetivos Específicos:

- Identificar os principais desafios que influenciam a atuação da Engenharia Civil no século XXI;
- Examinar como a sustentabilidade e a responsabilidade social estão sendo integradas às práticas do setor;
- Avaliar o impacto das tecnologias emergentes (BIM, inteligência artificial, impressão 3D, drones, IoT) no posicionamento da profissão;
- Investigar a percepção dos engenheiros civis quanto ao reposicionamento da área diante das demandas atuais;
- Propor recomendações para formação acadêmica e prática profissional mais alinhadas aos novos cenários.

## 2 JUSTIFICATIVA

A relevância deste estudo reside na necessidade de compreender e discutir de forma crítica o reposicionamento da Engenharia Civil diante de um cenário global caracterizado por profundas transformações ambientais, sociais e tecnológicas. Embora a engenharia seja tradicionalmente percebida como um campo de soluções técnicas, os desafios do século XXI exigem que a prática profissional seja repensada sob perspectivas mais amplas, integrando dimensões como as éticas, ambientais, econômicas e sociais.

Portanto, este estudo justifica-se por três razões centrais:

1. Científica: contribui para preencher lacunas na literatura ao integrar sustentabilidade, inovação tecnológica e responsabilidade social como pilares conjuntos da Engenharia Civil.
2. Social: fornece subsídios para a formulação de políticas públicas e práticas empresariais que promovam infraestrutura inclusiva, resiliente e sustentável.
3. Educacional e profissional: orienta universidades, conselhos de classe e empresas na atualização curricular e na formação de engenheiros civis preparados para enfrentar os desafios globais emergentes.



Assim, ao alinhar-se com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS 9, 11 e 13) e com os princípios de governança responsável, este artigo pretende não apenas refletir sobre os dilemas atuais da profissão, mas também propor caminhos que fortaleçam sua contribuição para o desenvolvimento sustentável e para a qualidade de vida das populações.

### 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### 3.1 SUSTENTABILIDADE E MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Sustentabilidade se pode dizer que não é mais que a busca o equilíbrio entre o desenvolvimento econômico, social e ambiental. Isso implica considerar as necessidades das gerações atuais e futuras, garantindo que as ações de hoje não comprometam a capacidade das gerações atuais e futuras de atender a suas próprias necessidades.

Enquanto as mudanças climáticas não são outra coisa que alterações significativas e duradoras nos padrões climáticos globais, regionais ou locais; causadas por fatores naturais ou humanos e são agravadas por ações humanas insustentáveis, como a emissão de gases de efeito estufa.

As duas estão intrinsecamente relacionadas e pela sua vez ambas com a construção Civil, já que esta última é crucial para mitigar e adaptar-se às mudanças climáticas através de práticas sustentáveis. O qual pode ser um pouco contraditório devido a que o UNEP (*United Nations Environment Programme*) em um dos seus reportes do ano 2022, afirmou que a construção civil é um dos setores de maior impacto ambiental no mundo, responsável por cerca de 40 % do consumo de energia e 30 % das emissões globais de CO<sub>2</sub> relacionadas à energia.

Esse cenário evidencia a urgência de incorporar práticas sustentáveis em todas as fases do ciclo de vida das obras do planejamento à operação. Nos últimos anos, a agenda climática global, especialmente após o Acordo de Paris (2015), impulsionou governos e empresas a reavaliar padrões de construção e uso de materiais, promovendo iniciativas voltadas à infraestrutura resiliente e verde.

A literatura recente destaca a relevância de infraestruturas resilientes para lidar com os impactos das mudanças climáticas. Estudos como os de Sharma *et al.*, (2021) e (Kabisch *et al.*, 2022), apontam que a frequência crescente de eventos extremos como as inundações, secas prolongadas, tempestades e elevação do nível do mar compromete diretamente a durabilidade e segurança de sistemas de transporte, energia e abastecimento de água. Como resposta, estratégias de adaptação incluem o uso de materiais de baixo carbono, técnicas de engenharia naturalizada (ex.: drenagem urbana sustentável) e integração de soluções baseadas na natureza.

Além disso, a economia circular tem ganhado espaço no setor, priorizando o reuso de resíduos, a reciclagem de concreto e a adoção de modelos de “*design para desmontagem*”. Geissdoerfer *et al.* (2020), destacam que a circularidade na Construção Civil pode reduzir em até 50 % a extração de



matérias-primas virgens. Tal mudança exige, porém, atualização de normas técnicas e políticas públicas que incentivem a inovação sustentável.

Portanto, o eixo da sustentabilidade configura-se não apenas como exigência ambiental, mas como um reposicionamento estratégico da Engenharia Civil, alinhado aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente ODS 9 (Indústria, Inovação e Infraestrutura), ODS 11 (Cidades Sustentáveis) e ODS 13 (Ação Climática).

Dando continuidade a ideia central desta pesquisa é necessário falar de um quarto componente que também está interrelacionado com a Engenharia Civil pela sua vez pressupõe um dos mais grandes desafios para a mesma no século vigente tal é o caso dos avanços tecnológicos ou inovação tecnológica.

### 3.2 INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NA ENGENHARIA CIVIL

A sustentabilidade e os avanços tecnológicos na construção civil estão interligados, com tecnologias inovadoras a promoverem práticas mais eficientes e ecológicas. Estas inovações foram desenhadas para reduzir o desperdício de materiais, o consumo de energia, e a geração de resíduos, ao mesmo tempo que otimizam processos de planejamento e gestão de obras, resultando em construções mais rápidas, econômicas, duradouras e com menor impacto ambiental. Entre os mais conhecidos na atualidade se encontram a Impressão 3D, a Realidade Virtual (VR), a Inteligência Artificial (IA) e a Modelagem de Informação da Construção (BIM).

A continuação estes são caracterizados com vistas a entender como eles podem ser importantes para a Engenharia civil e ao mesmo tempo um desafio sobre todo para sua implementação:

**A Modelagem da Informação da Construção (BIM):** Conjunto de tecnologias e processos integrados que permite a criação, a utilização e a atualização de modelos digitais de uma construção, de modo colaborativo, de forma a servir a todos os participantes do empreendimento, potencialmente durante todo o ciclo de vida da construção (Decreto Nº 9983, 2019 citado por Roberto, 2023).

O Roberto na sua abordagem de 2023 explica também que esta é uma metodologia colaborativa para criar e gerenciar modelos digitais inteligentes de projetos de construção, que vão muito além de um simples modelo 3D até a 7D, integrando informações sobre materiais, prazos, custos e desempenho ao longo de todo o ciclo de vida de um edifício. E assegura que o BIM permite a simulação do projeto antes da execução, otimizando o controle, reduzindo erros e retrabalho, facilitando a colaboração entre as equipes e gerando mais previsibilidade e eficiência. Além disso o uso dela já é obrigatório nos países do primeiro mundo sobre todo nos da Europa, para a construção de grandes obras públicas.

De acordo com este autor antes citado se pode assegurar que implementar esta tecnologia maravilhosa pode trazer certos desafios alguns deles podem ser:

- ✓ Muitos profissionais e empresas ainda não conhecem bem o que é o BIM, quais são seus benefícios e como usá-lo adequadamente;



- ✓ Falta de clareza sobre os objetivos da tecnologia BIM;
- ✓ O BIM requer profissionais qualificados e atualizados para operar as ferramentas e os métodos envolvidos na metodologia. Isso demanda investimento em treinamento, reciclagem e contratação de pessoal capacitado;
- ✓ Pode ser visto como uma tecnologia cara ou complexa demais para projetos de menor porte ou orçamento;
- ✓ Resistência da cultura tradicional à tecnologia e inovação. Implica em uma mudança na forma de pensar e de trabalhar dos profissionais e das empresas envolvidos em um projeto de construção;
- ✓ Falta de colaboração entre *stakeholders*. O BIM depende da colaboração e da comunicação entre os diferentes atores do projeto, desde o planejamento até a operação do edifício.

**A impressão 3D:** na construção civil é um processo automatizado que constrói estruturas camada por camada a partir de um modelo digital em 3 Dimensões, utilizando materiais como concreto, argamassa e polímeros. Essa tecnologia inovadora permite criar componentes e edifícios complexos diretamente no local da obra, com alta precisão, rapidez e menor desperdício de material, revolucionando os métodos construtivos tradicionais, (Viegas, 2025).

Este mesmo autor assegura que, impressão 3D traz diversos benefícios para a construção civil, destacando-se especialmente pelo seu potencial sustentável. Um dos principais pontos positivos é a redução de resíduos, já que a tecnologia utiliza apenas a quantidade necessária de material, diminuindo significativamente o desperdício. Estima-se que esse processo possa reduzir em até 95% os resíduos sólidos gerados nas obras.

De acordo com Viegas (2025), outro benefício importante desta tecnologia é o uso de materiais alternativos e reciclados, como bioplásticos e resíduos industriais, promovendo práticas alinhadas à construção sustentável e à economia circular. A automatização permite ainda maior agilidade na execução, o que reduz o consumo de recursos como água, energia e mão de obra. Além disso, a impressão 3D oferece liberdade de design, permitindo a criação de formas complexas com mais facilidade. Essa técnica também está revolucionando a fabricação de componentes elétricos

Assim como algumas desvantagens tales como (Viegas 2025):

- ✓ Custo inicial elevado dos equipamentos e softwares necessários na sua adoção em larga escala;
- ✓ A tecnologia também enfrenta restrições técnicas, já que nem todos os elementos estruturais podem ser impressos, exigindo complementos com métodos convencionais;
- ✓ A tecnologia também enfrenta restrições técnicas, já que nem todos os elementos estruturais podem ser impressos, exigindo complementos com métodos convencionais;



- ✓ A ausência de regulamentações específicas em muitos países dificulta o licenciamento de obras com impressão 3D, exigindo adaptações legais e técnicas para garantir a segurança e a conformidade das construções.

**Drones e Tecnologias de Monitoramento (Iot):** Como visto anteriormente, a IoT na construção civil aplica essa conectividade entre dispositivos para otimizar processos, reduzir custos e melhorar a segurança no ambiente de trabalho.

Dessa forma, sensores instalados em máquinas e estruturas, por exemplo, podem enviar informações detalhadas sobre seu desempenho e condição, ajudando a prevenir falhas e a tomar decisões com base em dados reais.

Em uma pesquisa de Riveiro (2024), este explica que a Internet das Coisas (IoT) na construção civil já está sendo usada em projetos de ponta. E expõe também alguns exemplos práticos do seu uso no sector:

- ✓ **Monitoramento de Obras em Tempo Real:** sensores instalados em estruturas permitem acompanhar o progresso da obra em tempo real, evitando erros e garantindo maior precisão;
- ✓ **Drones com IoT:** drones equipados com tecnologia IoT podem mapear terrenos, monitorar a movimentação de materiais e inspecionar locais de difícil acesso;
- ✓ **Controle de Temperatura e Umidade:** sensores IoT ajudam a monitorar condições ambientais que podem afetar a qualidade de determinados materiais, como concreto e aço.

Um dos trabalhos que explica claramente as limitações a serem consideradas na hora de implementar esta tecnologia é o de Cimentos (2025), quando diz que:

No caso da IoT na construção civil, as barreiras estão relacionadas a:

- alto custo de implementação;
- necessidade de treinamento e adaptação cultural dos profissionais;
- gestão da privacidade de dados e segurança da informação.

Escolher aplicar a Internet das Coisas no setor implica em estudar as possibilidades, reconhecer os benefícios e avaliar os riscos. Com isso, é possível desenvolver estratégias para aproveitar essa tecnologia e fazer parte da transformação digital, potencializando seus projetos e resultados.

**Inteligência Artificial:** Para abordar este tema o autor tomou como ponto de referência uma pesquisa realizada pelo autor Cimentos realizada no ano 2024, onde o mesmo refere que a Inteligência Artificial (IA) é uma tecnologia que desenvolve máquinas e sistemas capazes de analisar dados, resolver problemas, tomar decisões e aprender com as atividades que executam.



O mesmo continua a caracteriza-la dizendo que, as IAs estão profundamente conectadas à Indústria 4.0 na construção civil, atuando como um dos pilares dessa revolução tecnológica. Um dos aspectos mais marcantes dessa transformação é a automação, a digitalização e a integração de tecnologias avançadas em processos produtivos.

### **3.2.1 4 Principais formas e aplicações de IA nas obras (Cimentos 2024):**

#### 3.2.1.1 Automação robótica inteligente

Junto à robótica, a Inteligência Artificial automatiza tarefas repetitivas e perigosas na construção, como a execução de alvenaria, soldagem e movimentação de materiais pesados. Máquinas inteligentes são programadas para operar com precisão, aumentando a produtividade.

#### 3.2.1.2 Análise de dados e previsões

A construção civil gera grandes volumes de dados durante todas as fases de um projeto. A IA pode processá-los para analisar o desempenho, prever falhas, calcular riscos e antecipar problemas, permitindo decisões mais elaboradas.

#### 3.2.1.3 Construção virtual e modelagem 3D

A integração das IAs com outras tecnologias, como o Building Information Modeling (BIM), possibilita a criação de modelos inteligentes de projetos. A Inteligência Artificial ajuda a simular cenários, prever impactos e otimizar a execução da obra, reduzindo custos e prazos.

#### 3.2.1.4 Manutenção preditiva

Também será possível usufruir de sistemas de manutenção preditiva com as IAs, que monitoram máquinas e equipamentos utilizados na construção.

Sensores coletam dados em tempo real e as informações são analisadas pela IA para prever falhas, indicando o momento certo para manutenção, o que reduz custos e evita interrupções.

Da para entender que todas estas tecnologias antes caracterizadas precisam praticamente dos mesmos recursos para serem implementadas com êxito, o que a cria uma notável similitude nas suas limitações ou desafios para sua implementação, tais como; mãos de obra capacitada, como altos custos de implementação, falta de capacitação e resistência cultural em organizações tradicionalistas. Ao mesmo tempo, há disparidades regionais que precisam ser consideradas. Enquanto países desenvolvidos avançam rapidamente na digitalização e sustentabilidade da construção, muitos países em desenvolvimento enfrentam limitações financeiras, técnicas e institucionais para implementar essas mudanças (Kabir et al., 2015). Portanto, a engenharia civil global precisa ser analisada em sua



pluralidade, considerando diferentes contextos e realidades socioeconômicas. Superar tais obstáculos é condição essencial para consolidar um setor mais ágil, sustentável e inovador.

### 3.3 ÉTICA, RESPONSABILIDADE SOCIAL

Se, por um lado, a Engenharia Civil é o motor de progresso, por outro, também pode gerar impactos sociais e ambientais negativos de grande escala, como explicado anteriormente. Exemplos recentes de falhas estruturais e desastres como os rompimentos de barragens em Mariana (2015) e Brumadinho (2019), no Brasil evidenciam a gravidade da ausência de uma perspectiva ética e responsável no planejamento e gestão de projetos.

Nesse sentido, a literatura aponta a crescente valorização da responsabilidade social corporativa (RSC) e dos princípios de ESG (*Environmental, Social and Governance*) no setor da construção (Fernandes & Figueiredo, 2021). Esses princípios reforçam que o engenheiro civil deve atuar não apenas como técnico, mas como agente de transformação social, comprometido com a justiça ambiental, a acessibilidade e a qualidade de vida das comunidades.

Além disso, a ética profissional ganha contornos ainda mais relevantes diante das tecnologias digitais. Questões sobre privacidade de dados, segurança cibernética e exclusão digital precisam ser consideradas em projetos que envolvem monitoramento urbano e *smart cities* (Robbins & Judge, 2017). Assim, a prática ética torna-se um eixo transversal que garante legitimidade e confiança nas soluções de engenharia.

A modo de resumo se pode asseverar que o reposicionamento da Engenharia Civil no século XXI não se limita a adotar novas ferramentas ou práticas sustentáveis; trata-se de uma redefinição de sua identidade profissional. Na era da Indústria 4.0 e da transição para a economia verde, o engenheiro civil precisa ser um profissional multidisciplinar, capaz de integrar conhecimentos de sustentabilidade, inovação, gestão e ética.

## 4 METODOLOGIA

### 4.1 NATUREZA E ABORDAGEM DA PESQUISA

Este estudo adota uma abordagem qualitativa com apoio quantitativo, configurando-se como uma pesquisa de natureza mista. O enfoque qualitativo busca compreender em profundidade a percepção dos engenheiros civis, gestores e demais atores envolvidos sobre os desafios e estratégias contemporâneas da Engenharia Civil, permitindo a interpretação de significados, contextos e práticas. Já a vertente quantitativa, baseada na aplicação de um questionário estruturado, possibilitou identificar padrões, tendências e opiniões de forma mensurável, garantindo maior robustez às análises.



#### 4.2 TIPO DE PESQUISA

Caracteriza-se como um estudo exploratório e descritivo. Exploratório, pois busca mapear fenômenos ainda em processo de consolidação como a transformação digital, a adoção de práticas sustentáveis e a incorporação de princípios de responsabilidade social na Engenharia Civil. Descritivo, na medida em que objetiva apresentar de forma sistemática as percepções dos profissionais da área, identificando práticas atuais, barreiras e oportunidades.

#### 4.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa foi conduzida em três fases principais:

1. **Revisão bibliográfica sistemática** – levantamento de artigos, livros, teses e relatórios publicados entre 2015 e 2025, em bases como *Scopus*, *Web of Science*, *SciELO* e *Google Scholar*. O objetivo foi mapear os principais avanços teóricos e práticos sobre sustentabilidade, inovação tecnológica, mudanças climáticas e responsabilidade social na construção civil.
2. **Questionário estruturado** – instrumento aplicado a engenheiros civis, gestores de projetos, professores universitários e estudantes finalistas da área radicados em Angola. O questionário foi dividido em 4 blocos temáticos (Perfil do Respondente, Desafios da Engenharia Civil, Inovação e Sustentabilidade, Posicionamento Profissional), utilizando uma escala Likert de 5 pontos para facilitar a análise estatística.

#### 4.4 POPULAÇÃO E AMOSTRA

A população-alvo é composta por profissionais da Engenharia Civil em diferentes níveis de atuação: engenheiros civis em atividade, gestores de projetos de construção, docentes universitários da área e estudantes finalistas de cursos de Engenharia Civil que vivem atualmente em Angola. A amostragem é não probabilística por conveniência, considerando a acessibilidade e a relevância dos participantes para a pesquisa. Determinou-se uma amostra de 80 respondentes.

#### 4.5 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

- **Documentos e bases bibliográficas** – artigos científicos, relatórios institucionais, normas técnicas, páginas web, livros.
- **Questionário online** – elaborado em plataforma digital (Google Forms), contendo perguntas fechadas e algumas opções de escolha para determinar características societárias dos participantes.



#### 4.6 PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE DOS DADOS

Os dados quantitativos foram tratados com estatística descritiva, utilizando percentagens, médias e rango, organizados em gráficos. Foi utilizado o Excel para análise dos resultados. Já os dados qualitativos foram submetidos à análise de conteúdo temática, permitindo a identificação de categorias emergentes relacionadas ao posicionamento da Engenharia Civil frente aos desafios atuais.

#### 4.7 VALIDADE E CONFIABILIDADE

Para garantir a confiabilidade da pesquisa, o questionário foi submetido a um pré-teste piloto com 5 engenheiros civis, de modo a ajustar a clareza e pertinência das perguntas. A validade dos instrumentos foi reforçada pelo uso de triangulação de métodos (revisão bibliográfica, estudos de caso e questionário), aumentando a consistência dos resultados.

#### 4.8 CONSIDERAÇÕES ÉTICAS

A pesquisa respeitou os princípios éticos previstos nas diretrizes internacionais para estudos com seres humanos, assegurando o anonimato e o consentimento livre e esclarecido dos participantes. Nenhum dado sensível será divulgado, e os resultados serão apresentados de forma agregada.

### 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Engenharia Civil, Sustentabilidade inovação tecnológica em Angola:

Para introduzir a análise dos resultados do questionário aplicado para esta pesquisa, é essencial entender o panorama da Engenharia Civil em Angola sob o prisma da sustentabilidade, inovação e responsabilidade social.

- a) **Centralidades urbanas e impactos socioambientais:** Estudos acerca da **Centralidade da Kilamba, em Luanda**, destacam impactos socioambientais significativos decorrentes da infraestrutura construída. Abordagens qualitativas mostram que, apesar de elevarem o padrão urbano e abrirem espaços residenciais e de serviços, as construções impactaram negativamente comunidades historicamente vivas no local, afetando aspectos culturais, ecológicos e dos serviços ecossistêmicos (Mateus et al., 2022). Em outro estudo, analisou-se a produção de resíduos durante a implantação dessa centralidade, evidenciando deposição inadequada de sobras tóxicas (madeira, tintas, solventes), o que revela a urgência de políticas robustas de gestão ambiental e de resíduos na construção civil angolana (Jorge, 2021).
- b) **Emergência de soluções sustentáveis locais e inovadoras:** Diversas iniciativas demonstram a busca por alternativas ecologicamente responsáveis dentro do contexto angolano. Um exemplo inspirador é o Desafio Genial Geração Verde, promovido pela UNICEF Angola, que incentiva jovens a desenvolver soluções como os Blocos de Terra Comprimida (BTC), feitos



com solo local estabilizado. Esses blocos são mais econômicos, térmicos e ambientalmente eficientes do que os convencionais, e geram emprego e estímulo à economia circular em comunidades locais (UNICEF Angola, 2025)

- c) **Políticas nacionais e práticas institucionais:** O governo angolano tem buscado reforçar a sustentabilidade na construção civil. Um exemplo recente foi o Workshop Nacional sobre Sustentabilidade na Construção Civil (6 de agosto, Ministério do Ambiente), que ressaltou a necessidade de práticas ambientais responsáveis, obrigatoriedade de Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e uso de materiais sustentáveis em todas as fases da obra (Ministério do Ambiente, 2025)
- d) **Avanços tecnológicos na Engenharia Civil no contexto angolano:** Embora a literatura científica sobre a transformação digital na construção civil em Angola ainda seja limitada, é inegável que o setor vem sendo influenciado globalmente por tendências tecnológicas que gradualmente também impactam o contexto angolano. O exemplo mais conotado é a implementação das novas tecnologias ligadas a Construção civil em Angola é o BIM.

## 5.1 MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO (BIM)

O mercado de *building information modeling* (BIM) em Angola está a testemunhar um crescimento à medida que a indústria da construção adota tecnologias digitais para planejamento e gestão de projetos. O BIM envolve a criação de representações digitais de edifícios e infraestruturas, facilitando a colaboração e melhorando a eficiência do projeto. O mercado é impulsionado pela necessidade de melhor visualização do projeto, controle de custos e gerenciamento de riscos. Os desafios incluem o alto custo do software BIM e a necessidade de treinamento e experiência. Espera-se que as iniciativas governamentais e a crescente sensibilização para os benefícios do BIM apoiem a adoção pelo mercado (Vasudha, 2023).

## 5.2 PANORAMA GERAL DA DIGITALIZAÇÃO NO SETOR

Mesmo sem dados específicos para Angola, em países francófonos da África, a adoção do BIM como das outras tecnologias vigentes enfrenta problemas estruturais: setor informal, pouca criação de políticas, baixa conscientização, barreiras linguísticas (literatura em inglês), infraestrutura de internet precária, alto custo de software e treinamento, além da inexistência de órgãos acreditadores. Isto não quer dizer que os profissionalizados do ramo não as conheçam todas ou usem algumas delas indistintamente.

Em síntese, a Engenharia Civil em Angola encontra-se em um ponto de inflexão, pressionada simultaneamente pelas demandas globais por sustentabilidade e inovação e pelos desafios locais relacionados à infraestrutura básica, urbanização acelerada e limitações institucionais. Embora a



literatura indique avanços tímidos na integração de tecnologias digitais, como o BIM e os drones, a realidade angolana ainda é marcada por desigualdades estruturais e pela necessidade de políticas públicas mais robustas, investimentos em capacitação profissional e fortalecimento da governança setorial. Assim, a consolidação de uma Engenharia Civil sustentável e inovadora em Angola dependerá da articulação entre governo, universidades e empresas, de forma a alinhar o setor às metas de desenvolvimento sustentável e às tendências internacionais da construção civil.

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 6.1 BLOCO I – PERFIL DOS RESPONDENTES

A caracterização sociodemográfica e profissional dos participantes fornece subsídios importantes para compreender a percepção da Engenharia Civil em Angola. A continuação a tabela 1 apresenta a distribuição etária dos inquiridos.

Tabela 1. Distribuição etária dos respondentes

Faixa etária	n (80)	%
25 anos	20	25
36–45 anos	60	75
Outras faixas	0	0

Fonte: Autores.

Observa-se predominância de profissionais entre 36–45 anos (75%), indicando um perfil em maturidade produtiva, que tende a favorecer a adoção de práticas inovadoras, mas também evidencia o desafio de atração de jovens para a profissão, especto relevante para políticas públicas de formação e inclusão.

De igual modo se fez necessário conhecer o sexo dos respondentes para analisar a participação ativa de cada gênero no estudo, a tabela 2 seguir contem os dados resultantes.

Tabela 2. Distribuição por sexo.

Sexo	n (80)	%
Masculino	80	100
Feminino	0	0

Fonte: Autores.

Constata-se uma amostra exclusivamente masculina, refletindo a sub-representação feminina pelo menos neste estudo. Isto não quer dizer que em Angola não existem mulheres que tenham feito o curso de Engenharia Civil, mais sim que a representação das mulheres neste tipo de cursos é inferior respeito aos homens.

Em um terceiro momento foi posto em questão o nível de formação académica no questionário, a tabela 3 sintetiza o nível de formação académica dos respondentes, revelando a heterogeneidade do perfil educacional dos profissionais analisados.



Tabela 3. Grau de formação.

Grau académico	n (80)	%
Técnico médio	20	25
Licenciatura	20	25
Mestrado	20	25
Doutoramento	20	25

Fonte: Autores.

A distribuição equitativa entre níveis académicos demonstra diversidade de perfis, o que pode enriquecer a troca de conhecimentos, mas também impõe o desafio de alinhamento curricular para garantir competências digitais e sustentáveis. A continuação para fechar os resultados deste bloco na tabela 4 observa-se o tempo de atuação no setor, indicador relevante para avaliar a maturidade e a trajetória dos profissionais que participaram do estudo.

Tabela 4. Experiência profissional

Tempo de experiência	n (80)	%
< 5 anos	60	75
> 10 anos	20	25

Fonte: Autores.

Apesar da predominância de faixas etárias médias, verifica-se concentração em profissionais com menos de cinco anos de experiência (75%), sugerindo possível descompasso entre idade e tempo de atuação, ou transições recentes de carreira. Tal resultado reforça a urgência de programas de formação continuada reforçando as ideias dos referencias antes consultados.

## 6.2 BLOCO II – DESAFIOS DA ENGENHARIA CIVIL

As perguntas desenvolvidas para este bloco foram pensadas no intuito de conhecer as perceções dos participantes sobre os desafios que eles reconhecem podem existir para a Engenharia Civil na atualidade, e si ela esta preparada para afronta-los. É o caso da tabela 5, que apresenta as perceções dos profissionais acerca dos principais desafios enfrentados atualmente pela Engenharia Civil em Angola, considerando múltiplas escolhas possíveis.

Tabela 5. Principais desafios apontados

Desafio	n (80)	%*
Sustentabilidade ambiental	40	50
Limitações económicas	40	50
Questões éticas e sociais	40	50
Novas tecnologias	20	25
Escassez de profissionais	20	25

Fonte: Autores.

A Tabela 5 apresenta as perceções sobre os principais desafios do setor. Sustentabilidade, limitações económicas e responsabilidade social aparecem em destaque, enquanto tecnologia e escassez de profissionais surgem em menor proporção. Isso sugere que, embora a inovação digital seja



reconhecida, muitos ainda priorizam desafios “clássicos” (financiamento, impacto ambiental e governança). Essa percepção está em sintonia com estudos que mostram que a adoção de BIM, drones e IA em África ainda enfrenta entraves estruturais (CPD UK, 2023; 6Wresearch, 2024).

Por outro lado, a menção relativamente baixa à tecnologia não deve ser interpretada como desvalorização, mas como reflexo de barreiras práticas: custos elevados de software e hardware, ausência de políticas públicas mandatórias e insuficiente formação especializada

Logo a tabela 6 reflete como os respondentes avaliam a capacidade da Engenharia Civil de responder às demandas ou desafios contemporâneos.

Tabela 6. Preparação do setor para os desafios.

Avaliação	n (80)	%
Muito preparado	40	50
Preparado	40	50

Fonte: Autores.

A percepção de que o setor está preparado ou muito preparado (100%) contrasta com estudos que evidenciam barreiras institucionais e técnicas (6Wresearch, 2024). A divergência pode refletir excesso de otimismo dos profissionais, ou talvez eles deram suas respostas baseados na sua disposição como profissionais e não se focaram no setor, com todo o conjunto de elementos pelo qual esta ele composto.

### 6.3 BLOCO III – INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE

Os resultados deste bloco recolhem os pareceres dos inquiridos respeito a implementação das novas tecnologias no setor, e sobre a sustentabilidade. É por isto que nas tabelas 7 e 8 são reunidas as respostas sobre a influência das tecnologias emergentes, como BIM, drones e inteligência artificial, na prática profissional dos participantes. E as percepções destes profissionais quanto à relevância da sustentabilidade nos projetos de Engenharia Civil atuais.

Tabela 7. Impacto das tecnologias na prática

Resposta	n (80)	%
Sim	80	100

Fonte: Autores.

A unanimidade sugere que, entre os profissionais mais próximos da inovação, já existe consciência plena da necessidade e importância dessas ferramentas. Em termos estratégicos, significa que os engenheiros civis angolanos reconhecem a implementação tecnológica não como opção, mas como imperativo para competitividade, eficiência e sustentabilidade.



Tabela 8. Importância da sustentabilidade nos projetos.

Avaliação	n (80)	%
Essencial	60	75
Importante	20	25

Fonte: Autores.

Esta tabela confirma a centralidade da sustentabilidade, considerada essencial por 75% e importante por 25%. A forte valorização deste aspeto está em consonância com o *Global Status Report for Buildings and Construction* (UNEP, 2022), que alerta para o peso do setor em emissões globais de carbono. Em Angola, iniciativas como o uso de blocos de terra comprimida (UNICEF Angola, 2025) reforçam que sustentabilidade e inovação tecnológica podem caminhar juntas como resposta às demandas habitacionais e ambientais como anteriormente citado.

#### 6.4 BLOCO IV – POSICIONAMENTO PROFISSIONAL

Os resultados apresentados a continuação na tabela 9 sintetizam como os participantes avaliam o reposicionamento da Engenharia Civil diante das transformações globais.

Tabela 9. Reposicionamento da Engenharia Civil.

Avaliação	n (80)	%
Positivo e transformador	40	50
Moderado e em desenvolvimento	40	50

Fonte: Autores.

No caso do reposicionamento da profissão: metade dos participantes considera-o transformador e metade moderado. Esse equilíbrio sugere que há consciência das mudanças globais (Indústria 4.0), mas também cautela quanto à sua plena incorporação no contexto angolano, o que reforça a necessidade de políticas públicas robustas e incentivos à inovação.

Os próximos resultados pertencentes as respostas dadas a última pergunta do questionário se encontram expostos na tabela 10 a seguir.

Tabela 10. Prioridades para o futuro.

Prioridade	n (80)	%*
Investimento em tecnologia	60	—
Reformulação curricular	40	—
Políticas públicas e regulação	20	—

Fonte: Autores.

Esta apresenta as prioridades de ação: maior investimento em inovação e tecnologia (75%), reformulação da formação académica (50%) e fortalecimento de políticas públicas (25%). Esses resultados confirmam que os profissionais reconhecem a implementação tecnológica como necessidade central para o futuro do setor, seguida da atualização curricular.



O destaque dado ao investimento em inovação converge com estudos internacionais que apontam a digitalização como motor de produtividade e competitividade na construção civil (Solmaz, 2025). A menção à reformulação curricular reforça a demanda por *reskilling e upskilling*, como caminho para alinhar os engenheiros civis às exigências de uma economia verde e digital.

## 6.5 DISCUSSÃO INTEGRADA

A análise evidencia que os profissionais angolanos reconhecem claramente a importância e a necessidade de implementação das tecnologias digitais no setor, colocando-as ao lado da sustentabilidade como pilares do futuro da Engenharia Civil. Ao mesmo tempo, mantêm consciência dos entraves económicos e das fragilidades institucionais que limitam a adoção plena dessas soluções.

Esse equilíbrio entre otimismo e cautela sugere que Angola encontra-se em um ponto de transição: há predisposição para incorporar BIM, drones, IA e digital twins, mas a consolidação dependerá de três fatores-chave: (i) políticas públicas consistentes, (ii) investimento em capacitação e (iii) incentivos económicos para reduzir barreiras de custo. Assim, os resultados reforçam a literatura que recomenda uma transformação integrada, que una inovação tecnológica, sustentabilidade ambiental e responsabilidade social.

Assim, os dados convergem com a literatura que destaca a urgência de políticas públicas consistentes, investimentos direcionados e atualização curricular como vetores estratégicos para garantir que a Engenharia Civil angolana não apenas acompanhe, mas contribua ativamente para os paradigmas da construção sustentável e digital no século XXI.

## 6.6 RECOMENDAÇÕES PARA A FORMAÇÃO ACADÉMICA E PRÁTICA PROFISSIONAL:

### 6.6.1 Reformulação Curricular e Aprendizagem Contínua

Os resultados apontaram a **reformulação da formação académica** como prioridade (Tabela 10). Nesse sentido, recomenda-se:

- Inserir conteúdos de sustentabilidade, economia circular e ESG de forma transversal nos currículos do curso de Engenharia Civil.
- Incorporar disciplinas e laboratórios de BIM, drones, inteligência artificial e digital twins, preparando os estudantes para tecnologias disruptivas já presentes no setor.
- Estimular práticas de aprendizagem contínua (*lifelong learning*) e programas de *reskilling/upskilling* voltados para profissionais já inseridos no mercado.

### 6.6.2 Capacitação Técnica e Profissional

A análise mostrou que grande parte dos respondentes tem menos de cinco anos de experiência (Tabela 4), revelando a necessidade de acelerar a maturidade profissional. Recomenda-se:



- Promover parcerias universidade–empresa para estágios em projetos que já utilizem BIM e soluções sustentáveis, garantindo experiência prática.
- Implementar programas de certificação profissional em tecnologias digitais aplicadas à construção civil, com reconhecimento por órgãos reguladores nacionais.
- Desenvolver iniciativas de formação modular para técnicos médios, licenciados e pós-graduados, adaptadas ao nível de cada grupo.

### 6.6.3 Políticas Públicas e Incentivos

A carência de políticas consistentes foi apontada como desafio. Recomenda-se:

- Estabelecer normas nacionais obrigatórias para a utilização de ferramentas digitais (BIM, GIS) em projetos públicos, à semelhança do que ocorre em diversos países europeus.
- Criar incentivos fiscais e linhas de crédito para empresas que invistam em inovação tecnológica e sustentabilidade em obras de médio e grande porte (UNEP, 2022).

### 6.6.4 Cultura Profissional e Responsabilidade Social

Ainda que a ética tenha sido pouco mencionada como prioridade direta (Tabela 10), os resultados mostraram preocupação com responsabilidade social (Tabela 5). Recomenda-se:

- Integrar códigos de ética profissional e módulos de avaliação de impacto social nos currículos e formações continuadas.
- Valorizar práticas de engenharia comunitária, aproximando profissionais das necessidades sociais locais, como habitação acessível e infraestruturas verdes.

Em conjunto, estas recomendações apontam para um caminho estratégico que une formação académica atualizada, prática profissional inovadora e políticas públicas consistentes, consolidando um reposicionamento da Engenharia Civil em Angola capaz de responder de forma integrada às exigências ambientais, sociais e tecnológicas do presente século.

## 7 CONCLUSÕES

O estudo permitiu compreender como a Engenharia Civil, em particular no contexto angolano, se posiciona diante de transformações globais e locais que exigem integração entre sustentabilidade, inovação tecnológica e responsabilidade social. Os resultados demonstraram que os profissionais reconhecem unanimemente a relevância das tecnologias digitais e atribuem elevada importância às práticas sustentáveis, ainda que o setor enfrente entraves de natureza económica, institucional e cultural.



Em termos científicos, a pesquisa contribui para a literatura ao evidenciar a realidade de um país africano em processo de transição tecnológica e ambiental, ainda pouco abordado em estudos internacionais. No âmbito social, destaca-se a necessidade de políticas públicas consistentes e inclusivas, capazes de superar a ausência de regulamentações específicas e de fomentar a equidade de género no setor. Do ponto de vista educacional e profissional, as recomendações apontam para a urgência de reformulação curricular, programas de capacitação contínua e parcerias universidade–empresa, que possam acelerar a incorporação de tecnologias emergentes.

Apesar de sua relevância, a investigação apresenta limitações, como a amostra não probabilística e a ausência de dados secundários robustos sobre a implementação tecnológica em Angola. Essas limitações abrem espaço para futuros estudos de carácter comparativo com outros países africanos e análises quantitativas mais amplas sobre o impacto económico da digitalização e da sustentabilidade no setor da construção.

Conclui-se, assim, que a Engenharia Civil em Angola encontra-se em um ponto de inflexão: por um lado, há predisposição e consciência profissional acerca da necessidade de inovação e sustentabilidade; por outro, persistem barreiras que requerem ação coordenada entre Estado, academia e setor privado. O reposicionamento da profissão, portanto, dependerá da capacidade coletiva de transformar desafios em oportunidades, consolidando uma Engenharia Civil capaz de contribuir ativamente para a construção de um futuro sustentável, inclusivo e tecnologicamente avançado.



## REFERÊNCIAS

- Amorim, L. S. G. de. (2021). A adequação à transformação digital e a criação de modelos de negócios escaláveis e sustentáveis na cadeia da construção civil. *Brazilian Journal of Development*, 7(4), 64731–64745. <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/31168> Brazilian Journals
- ASCE. (2025). Climate Change Impacts on the Risk Assessment of Concrete Civil Infrastructures. *ASCE OPEN: Multidisciplinary Journal of Civil Engineering*, 2(1). <https://ascelibrary.org/doi/full/10.1061/AOMJAH.AOENG-0026>
- Business Insider. (2025, julho). Regenerative design: a new paradigm for cities. Business Insider. <https://www.businessinsider.com/sc/how-cities-are-reshaping-urban-development-for-sustainability>
- Cimentos, V. (2025). IoT na construção civil: benefícios, tendências e desafios. MapaDaObra. <https://www.mapadaobra.com.br/inovacao/iot-na-construcao-civil-beneficios-tendencias-e-desafios>
- CPD UK. (2023). Leapfrogging BIM adoption challenges in Francophone Africa. <https://www.cpduk.co.uk/news/leapfrogging-bim-adoption-challenges-in-francophone-africa>
- Department of Economic and Social Affairs. (2025). Environmental impact of concrete. Wikipedia. [https://en.wikipedia.org/wiki/Environmental\\_impact\\_of\\_concrete](https://en.wikipedia.org/wiki/Environmental_impact_of_concrete)
- DesignHorizons Team. (2024, 26 julho). Innovations and Sustainability in Modern Civil Engineering. DesignHorizons. <https://designhorizons.org/innovations-and-sustainability-in-modern-civil-engineering/>
- Fernandes, T., & Figueiredo, R. (2021). Responsabilidade social corporativa na construção civil: perspectivas e desafios. *Journal of Sustainable Engineering*, 12(1), 88–104. PDF
- Geissdoerfer, M., Pieroni, M. P., Pigosso, D. C., & Soufani, K. (2020). Circular business models: A review. *Journal of Cleaner Production*, 277, 123741. DOI:10.1016/j.jclepro.2020.123741
- Guamán-Rivera, R., Martínez-Rocamora, A., García-Alvarado, R., Muñoz-Sanguinetti, C., González-Böhme, L. F., & Auat-Cheein, F. (2022). Recent developments and challenges of 3D-printed construction: A review of research fronts. *Buildings*, 12(2), Art. 229. <https://doi.org/10.3390/buildings12020229> MDPIHeriot-Watt Research Portal
- Jorge P. P.(2021) Construção civil, resíduos sólidos e crise urbana: estudo sobre a implantação da centralidade de Kilamba. *Research Society and Development* 10(12):e360101219624. DOI:10.33448/rsd-v10i12.19624
- Kabir, G., Tesfamariam, S., Francisque, A., & Sadiq, R. (2015). Evaluating risk of water mains failure using a Bayesian belief network model. *European Journal of Operational Research*, 240(1), 220-234. DOI:10.1016/j.ejor.2014.06.033
- Kabisch, N., Korn, H., Stadler, J., & Bonn, A. (2017). Chapter 1 Nature-Based Solutions to Climate Change Adaptation in Urban Areas—Linkages Between Science, Policy and Practice. In Book: Nature-based solutions to climate change adaptation in urban areas. Springer Nature. (pp.1-11). DOI:10.1007/978-3-319-56091-5\_1
- Karan, E., & Irizarry, J. (2021). BIM and GIS integration for infrastructure asset management: A review. *Automation in Construction*, 124, 103550. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.103550>

Mateus, A.P. et.al. (2022). Construção civil e as transformações socioambientais: a experiência da centralidade urbana de Kilamba. *Research Society and Development*. 11(5):e3411527379.  
DOI:10.33448/rsd-v11i5.27379

MDPI. (2022). A Comprehensive Review of Urban Expansion and Its Driving Factors. *Land*, 14(8).  
<https://www.mdpi.com/2073445X/14/8/1534>

MDPI. (2023). Digital Twins in the Construction Industry: A Comprehensive Review of Current Implementations, Enabling Technologies, and Future Directions. *Sustainability*, 15(14).  
<https://www.mdpi.com/2071-1050/15/14/>

Merritt, J. (2024, 23 maio). How AI is arming cities in the battle for climate resilience. *Reuters*.  
<https://www.reuters.com/sustainability/climate-energy/how-ai-is-arming-cities-battle-climate-resilience-2024-05-23/>

Ministério do Ambiente (2025). Workshop nacional sobre sustentabilidade na construção civil reforça a necessidade de práticas ambientais e responsáveis em angola.  
<https://cetac.gov.ao/web/noticias/workshop-nacional-sobre-sustentabilidade-na-construcao-civil-reforca-a-necessidade-de-praticas-ambientais-e-responsaveis-em-angola>

Olanipekun, A. O., & Sutrisna, M. (2021). Facilitating digital transformation in construction — A systematic review of the current state of the art. *Frontiers in Built Environment*, 7, Article 660758.  
<https://doi.org/10.3389/fbuil.2021.660758>

ONU. (2015). Sustainable Development Goal 9: Industry, Innovation and Infrastructure.  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Sustainable\\_Development\\_Goal\\_9](https://en.wikipedia.org/wiki/Sustainable_Development_Goal_9)

Oyedele, O. A. (2020, março). Impact of Sustainability on Design and Construction of Civil Engineering Infrastructure. *Trends in Civil Engineering and its Architecture*, 3(5).  
<https://lupinepublishers.com/civil-engineering-journal/fulltext/impact-of-sustainability-on-design-and-construction-of-civil-engineering-infrastructure.ID.000174.php>

Perkins, R., & Skitmore, M. (2015). Three-dimensional printing in the construction industry: a review. *International Journal of Construction Management*, 15(2), 100–110.  
DOI:10.1080/15623599.2015.1012136

Reuters. (2024, novembro 28). Long on ambition, short on people: how the skills gap could scupper UK's bid to decarbonise buildings. *Reuters*.  
<https://www.reuters.com/sustainability/climate-energy/long-ambition-short-people-how-skills-gap-could-scupper-uks-bid-decarbonise-2024-11-28/>

Ribeiro, M. (2024). IoT na Construção Civil: Monitoramento de Obras em Tempo Real. *MaisControle*.  
<https://maiscontroleerp.com.br>

Robbins, S. P., & Judge, T. A. (2017). *Comportamento organizacional* (14ª ed.). Pearson.

Roberto, L. (2023). Modelagem da Informação da Construção (BIM) A Importância do BIM na Gestão de Ativos para o Sucesso das Políticas Públicas. Em: VIII Fórum Nacional das Transferências e Parcerias da União: Parcerias e diálogos para a melhoria da governança e gestão das políticas públicas. <https://www.gov.br/transferegov/pt-br/noticias/eventos/fntu/viiifntu/apresentacoes/Evento22ModelagemdaInformaodaConstruoBIM.pdf>



Sharma, S., Lee, B. S., Nicholas, R. E., & Keller, K. (2021). A safety factor approach to designing urban infrastructure for dynamic conditions. arXiv preprint. <https://arxiv.org/abs/2102.04496>

Sharma, S., Lee, B. S., Nicholas, R. E., & Keller, K. (2021). A safety factor approach to designing urban infrastructure for dynamic conditions. arXiv. <https://arxiv.org/abs/2102.04496> arXiv

Solmaz, A. Ş. (2025). From blueprint to reality: how digital twins are shaping the architecture, engineering, and construction landscape. *Journal of Innovative Engineering and Natural Science*, 31, 399–435. <https://dergipark.org.tr/en/pub/jiens/article/>

Tanaka, C. A., Matsuda, P. M., & Maclennan, M. L. F. (2024). Transformação digital na construção civil no Brasil: estratégias adotadas de desenvolvimento. *Gestão & Regionalidade*, 40, e20248242. <https://doi.org/10.13037/gr.vol40.e20248242> seer.uscs.edu.br+1

UNICEF Angola. (2025). Desafio Genial - Geração Verde: “O talento e a criatividade dos cinco finalistas do desafio genial”. <https://www.unicef.org/angola/historias/desafio-genial-geracao-verde>

United Nations Environment Programme (UNEP). (2022). 2022 Global Status Report for Buildings and Construction. UNEP. <https://www.unep.org/resources/publication/2022-global-status-report-buildings-and-construction>

Vasudha K. (2023). Angola Building Information Modeling Market (2025-2031) | Análise, Tamanho, Tendências, Indústria, Previsão, Valor, Partilha, Perspectiva, Segmentação, Empresas, Crescimento & Receita. In: 6Wresearch. <https://www.6wresearch.com/industry-report/angola-building-information-modeling-market>

Venkateswarlu, N., & Sathiyamoorthy, M. (2025). Sustainable innovations in digital twin technology: a systematic review about energy efficiency and indoor environment quality in built environment. *Frontiers in Built Environment*. <https://www.frontiersin.org/journals/builtenvironment/articles/10.3389/fbuil.2025.1523464/>

Viegas, J. (2025). Impressão 3D na Construção Civil. HidroConsultoria. <https://hidrosconsultoria.com.br/impressao-3d-na-construcao-civil/#:~:text=em%20Sua%20Obra?-,O%20que%20é%20a%20Impressão%203D%20na%20Construção?,pensamos%20a%20construção%20do%20zero.>

