


A INDÚSTRIA AECO E AS INFRAESTRUTURAS EM ÁFRICA: DESAFIOS E OPORTUNIDADES NUM CONTEXTO DE TRANSFORMAÇÃO DIGITAL

THE AECO INDUSTRY AND INFRASTRUCTURE IN AFRICA: CHALLENGES AND OPPORTUNITIES IN A DIGITAL TRANSFORMATION CONTEXT

LA INDUSTRIA AECO Y LAS INFRAESTRUTURAS EN ÁFRICA: DESAFÍOS Y OPORTUNIDADES EN UN CONTEXTO DE TRANSFORMACIÓN DIGITAL

 <https://doi.org/10.56238/arev7n12-140>

Data de submissão: 12/11/2025

Data de publicação: 12/12/2025

José Paulo Kai

Doutor em Mecânica das Estruturas

Instituição: Faculdade de Engenharia da Universidade Agostinho Neto (FEUAN)

E-mail: jose.kai@uan.ao

Orcid: <https://orcid.org/0009-0006-3255-9900>

RESUMO

O presente artigo analisa a Indústria da Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (AECO) e o desenvolvimento de infraestruturas em África, identificando os principais desafios e oportunidades associados à transformação sustentável do setor. A investigação parte da premissa de que a infraestrutura é o alicerce do progresso económico e social, sendo indispensável à competitividade e à qualidade de vida das populações. No entanto, o continente africano enfrenta um défice estrutural acentuado em todos os subsectores — transportes, energia, água, saneamento, telecomunicações e habitação — o que limita a sua integração produtiva e a sua capacidade de atrair investimento direto estrangeiro. O estudo baseia-se numa análise documental e descritiva, complementada por dados de organismos internacionais como o Banco Mundial, o Banco Africano de Desenvolvimento (AfDB), a ONU e a Deloitte, para compreender as dinâmicas de financiamento, inovação e sustentabilidade da Indústria AECO no contexto africano. Os resultados demonstram que o défice de infraestrutura reduz o crescimento económico do continente em cerca de 2% ao ano e a produtividade das empresas até 40%, refletindo-se numa dependência tecnológica e financeira externa. Por outro lado, emergem oportunidades significativas associadas à digitalização da construção, à economia circular, ao uso de materiais locais e à transição energética. Conclui-se que a implementação de políticas públicas integradas, associadas à capacitação técnica e à inovação tecnológica, é fundamental para impulsionar o setor AECO como motor do desenvolvimento sustentável africano.

Palavras-chave: Indústria AECO. Infraestruturas. África. Sustentabilidade. Economia Circular.

ABSTRACT

This article analyzes the Architecture, Engineering, Construction, and Operation (AECO) Industry and the development of infrastructures in Africa, identifying the main challenges and opportunities related to the sustainable transformation of the sector. The research assumes that infrastructure is the foundation of economic and social progress, being essential for competitiveness and quality of life. However, the African continent faces a severe structural deficit across all subsectors—transport, energy, water, sanitation, telecommunications, and housing—which limits its productive integration and ability to attract foreign direct investment. The study is based on documentary and descriptive analysis, complemented by data from international organizations such as the World Bank, the African

Development Bank (AfDB), the UN, and Deloitte, to understand the dynamics of financing, innovation, and sustainability in the AECO industry within the African context. The results show that the infrastructure deficit reduces Africa's economic growth by around 2% per year and company productivity by up to 40%, reflecting technological and financial dependence on external sources. Conversely, significant opportunities emerge from construction digitalization, circular economy principles, the use of local materials, and energy transition. It concludes that integrated public policies, combined with technical capacity building and technological innovation, are crucial to boost the AECO sector as a driver of sustainable development in Africa.

Keywords: AECO Industry. Infrastructure. Africa. Sustainability. Circular Economy.

RESUMEN

Este artículo analiza la Industria de Arquitectura, Ingeniería, Construcción y Operación (AECO) y el desarrollo de infraestructuras en África, identificando los principales desafíos y oportunidades relacionados con la transformación sostenible del sector. La investigación parte del supuesto de que la infraestructura constituye la base del progreso económico y social, siendo esencial para la competitividad y la calidad de vida. Sin embargo, el continente africano enfrenta un grave déficit estructural en todos los subsectores —transporte, energía, agua, saneamiento, telecomunicaciones y vivienda— que limita su integración productiva y su capacidad para atraer inversión extranjera directa. El estudio se basa en un análisis documental y descriptivo, complementado con datos de organismos internacionales como el Banco Mundial, el Banco Africano de Desarrollo (AfDB), la ONU y Deloitte, para comprender las dinámicas de financiación, innovación y sostenibilidad de la industria AECO en el contexto africano. Los resultados muestran que el déficit de infraestructura reduce el crecimiento económico del continente en aproximadamente un 2% anual y la productividad empresarial hasta un 40%, reflejando una dependencia tecnológica y financiera externa. Por otro lado, surgen oportunidades relevantes derivadas de la digitalización de la construcción, la economía circular, el uso de materiales locales y la transición energética. Se concluye que la implementación de políticas públicas integradas, junto con la capacitación técnica y la innovación tecnológica, es fundamental para impulsar el sector AECO como motor del desarrollo sostenible africano.

Palabras clave: AECO. Infraestructuras. África. Sostenibilidad. Economía Circular.

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de infraestruturas constitui um dos pilares fundamentais para o crescimento económico sustentável e a redução das desigualdades sociais em qualquer região do mundo. No contexto africano, a questão adquire particular relevância, dada a amplitude do défice estrutural que afeta setores essenciais como energia, transportes, abastecimento de água, saneamento, telecomunicações e habitação. A indústria da Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (AECO) desempenha, nesse sentido, um papel estratégico como vetor de transformação económica e de modernização social, pois materializa a infraestrutura física sobre a qual assenta a produtividade, a mobilidade e a conectividade do continente.

De acordo com o Banco Africano de Desenvolvimento (AfDB, 2023), o défice anual de financiamento de infraestrutura em África é estimado entre US\$ 68 e 108 mil milhões, refletindo uma lacuna histórica que limita a competitividade e o bem-estar das populações. O Banco Mundial (2022) reforça que a baixa qualidade das infraestruturas reduz o crescimento económico do continente em cerca de 2 pontos percentuais ao ano, e diminui a produtividade das empresas até 40%, tornando-se um dos maiores entraves à industrialização e à integração regional. Esta realidade é agravada pelo rápido crescimento populacional — a população africana deverá duplicar até 2050 —, o que coloca pressão acrescida sobre sistemas urbanos e recursos naturais já saturados.

A Indústria AECO, enquanto campo multidisciplinar que integra o planeamento, o projeto, a construção, a operação e a manutenção de ativos físicos, é simultaneamente parte do problema e parte da solução. Por um lado, o setor é responsável por cerca de 40% das emissões globais de carbono e pelo consumo de aproximadamente 50% dos recursos naturais do planeta (UNEP, 2022); por outro, é um motor essencial da economia, gerando milhões de empregos diretos e indiretos e promovendo inovação tecnológica e industrialização. A necessidade de uma transição para práticas sustentáveis, baseadas em princípios de economia circular, digitalização e resiliência climática, é hoje reconhecida como imperativo estratégico para o futuro da construção africana.

O contexto global de transformação energética e tecnológica influencia diretamente as perspetivas do setor AECO em África. A implementação de políticas de descarbonização, a emergência dos gémeos digitais (Digital Twins), o Building Information Modeling (BIM) e as soluções de Infraestrutura Inteligente criam oportunidades inéditas para superar limitações históricas de produtividade, transparência e eficiência. Contudo, a adoção dessas tecnologias enfrenta desafios significativos relacionados com o custo inicial, a falta de padronização, a escassez de mão de obra qualificada e a insuficiência de políticas públicas integradas.

No âmbito socioeconómico, a fragilidade das infraestruturas em África traduz-se em desigualdades persistentes. Dados das Nações Unidas (UN, 2023) indicam que apenas 38% da população africana tem acesso à eletricidade, menos de 10% à internet, e apenas um quarto da rede rodoviária continental está pavimentada. Tais números ilustram a urgência de políticas estruturais de investimento e gestão de infraestruturas, que combinem inovação tecnológica com sustentabilidade ambiental e inclusão social.

Dessa forma, compreender os desafios e oportunidades da Indústria AECO em África é essencial para delinear estratégias de desenvolvimento sustentável que unam crescimento económico, equidade social e proteção ambiental. A abordagem deste estudo pretende contribuir para o debate académico e técnico sobre como estruturar e operacionalizar políticas, tecnologias e modelos de gestão capazes de transformar o défice infraestrutural africano num motor de desenvolvimento.

Assim, este artigo tem como objetivo geral analisar criticamente os desafios e oportunidades da Indústria AECO no contexto das infraestruturas africanas, destacando as dinâmicas de sustentabilidade, inovação e financiamento. Como objetivos específicos, pretende-se:

- a) identificar as principais limitações estruturais e institucionais que condicionam o setor AECO no continente africano;
- b) examinar as tendências emergentes relacionadas com economia circular, digitalização e resiliência climática;
- c) propor linhas estratégicas para o fortalecimento da capacidade técnica e tecnológica das infraestruturas africanas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico estrutura-se em torno de quatro eixos fundamentais que sustentam a análise da Indústria AECO e das infraestruturas em África: (i) o enquadramento conceptual da Indústria AECO e a sua relação com o desenvolvimento sustentável; (ii) as carências estruturais do continente africano no domínio das infraestruturas; (iii) a necessidade de transição para uma economia circular e de baixo carbono; e (iv) a incorporação de tecnologias digitais e inteligentes como catalisadores de eficiência e inovação.

2.1 INDÚSTRIA AECO E O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

A Indústria AECO (Architecture, Engineering, Construction and Operation) abrange todo o ciclo de vida das construções — desde a conceção e planeamento até à execução, operação, manutenção e desativação de infraestruturas. Trata-se de um setor de natureza interdisciplinar, que

integra os domínios da engenharia civil, arquitetura, economia, gestão e tecnologia, desempenhando um papel vital no desenvolvimento urbano e regional (Andrade & Silva, 2020).

A literatura contemporânea reconhece que o setor da construção é simultaneamente um dos maiores motores económicos globais e um dos principais emissores de gases de efeito estufa. Segundo o United Nations Environment Programme (UNEP, 2022), o ambiente construído é responsável por cerca de 37% das emissões globais de CO₂ e consome aproximadamente 36% da energia final mundial. Em África, embora o nível de industrialização ainda seja reduzido, a tendência de urbanização acelerada — que deverá atingir 60% até 2050 — coloca pressão sem precedentes sobre os sistemas construtivos e infraestruturais (AfDB, 2023).

O conceito de desenvolvimento sustentável, consagrado no Relatório Brundtland (World Commission on Environment and Development, 1987), preconiza que o progresso económico deve atender às necessidades presentes sem comprometer a capacidade das gerações futuras. Aplicado ao setor AECO, isso implica adotar práticas construtivas que minimizem o consumo de recursos não renováveis, reduzam o desperdício, promovam eficiência energética e priorizem o ciclo de vida dos materiais e das edificações.

Segundo Gibb e Isack (2019), a transição para um modelo construtivo sustentável requer “mudanças estruturais nos processos de conceção, planeamento e execução das obras, incluindo a integração digital e a economia circular como princípios orientadores da cadeia de valor da construção”.

Dessa forma, a Indústria AECO em África apresenta-se como vetor estratégico para o alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) das Nações Unidas, especialmente os ODS 9 (Indústria, Inovação e Infraestrutura), ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis) e ODS 13 (Ação Climática).

2.2 CARÊNCIAS DE INFRAESTRUTURAS EM ÁFRICA

O défice infraestrutural africano constitui um dos principais entraves ao crescimento económico e à integração regional. Segundo estimativas do Banco Mundial (2022), apenas 38% da população africana tem acesso à eletricidade, menos de 10% à internet e apenas 25% da rede rodoviária continental está pavimentada. O custo da ineficiência infraestrutural traduz-se numa perda média de 2% do PIB anual e numa redução de até 40% na produtividade empresarial (World Bank, 2022).

O Banco Africano de Desenvolvimento (AfDB, 2023) estima que seriam necessários US\$ 93 mil milhões por ano durante a próxima década para suprir as deficiências em infraestrutura na África

Subsaariana. Deste total, US\$ 60 mil milhões destinam-se à construção de novas infraestruturas e US\$ 30 mil milhões à manutenção das existentes. A tabela seguinte resume as principais carências setoriais:

Tabela 1. Principais carências de infraestrutura em África (2023)

Setor	Situação Atual	Impacto Económico e Social
Energia elétrica	38% de acesso populacional	Baixa industrialização e limitações à produtividade
Água e saneamento	30% de cobertura adequada	Problemas de saúde pública e desigualdades regionais
Transportes rodoviários	25% de vias pavimentadas	Aumenta custos logísticos em 30–40%
Telecomunicações	<10% de penetração de internet	Limita inovação e inclusão digital
Habitação urbana	50 milhões de unidades em déficit	Expansão informal e degradação urbana

Fonte: Banco Mundial (2022); AfDB (2023); ONU-Habitat (2022).

A fragilidade infraestrutural está ligada a múltiplos fatores, incluindo:

- dependência excessiva de financiamento externo;
- ausência de políticas de manutenção e reabilitação preventiva;
- insuficiente integração regional e logística; e
- carência de competências técnicas e de governança.

Além disso, o déficit de infraestrutura agrava a vulnerabilidade climática do continente. As alterações climáticas aumentam a frequência de inundações, secas e erosão costeira, afetando diretamente as infraestruturas energéticas, rodoviárias e hidráulicas (IPCC, 2022). Assim, a construção resiliente e sustentável emerge como necessidade prioritária.

2.3 ECONOMIA CIRCULAR E DESCARBONIZAÇÃO

O modelo tradicional de construção — linear, intensivo em recursos e emissões — é insustentável a longo prazo. A transição para uma economia circular propõe uma abordagem sistémica baseada em três princípios: reduzir, reutilizar e reciclar (Ellen MacArthur Foundation, 2021). Na Indústria AECO, isso traduz-se na conceção de edifícios e infraestruturas que maximizem a durabilidade, permitam desmontagem e incorporem materiais recicláveis.

De acordo com a Deloitte (2022), a indústria da construção é responsável por 40% dos resíduos sólidos globais e 12% do consumo de água potável mundial. Em África, onde os sistemas de gestão de resíduos são frágeis, essa estatística ganha contornos críticos. A incorporação de práticas circulares — como a utilização de materiais locais de baixo impacto, a reciclagem de resíduos de

construção e a produção modular — pode reduzir em até 30% o custo total de ciclo de vida das infraestruturas (UNEP, 2022).

O conceito de construção circular envolve ainda a integração de indicadores de desempenho ambiental (Environmental Performance Indicators – EPIs) no planeamento e na operação dos ativos. Exemplos emergentes incluem o uso de blocos ecológicos produzidos a partir de resíduos plásticos reciclados, como na experiência da empresa Nelplast, no Gana, cujos produtos são 30% mais baratos e mais duráveis que os convencionais, além de promoverem inclusão social e redução de emissões (Economic Forum, 2022).

No plano global, as metas de neutralidade carbónica até 2050 colocam o setor AECO sob pressão para adotar materiais de baixo carbono, energias renováveis e processos digitalizados que otimizem a eficiência energética. O conceito de infraestrutura verde e resiliente torna-se, portanto, elemento central da competitividade africana.

2.4 DIGITALIZAÇÃO E INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

A digitalização é reconhecida como o principal motor de transformação da Indústria AECO no século XXI. Tecnologias como Building Information Modeling (BIM), Digital Twins (Gêmeos Digitais), Internet das Coisas (IoT) e Inteligência Artificial (IA) estão a redefinir o planeamento, a construção e a gestão de infraestruturas em escala global (KPMG, 2021).

O McKinsey Global Institute (2020) estima que a adoção de tecnologias digitais pode aumentar a produtividade do setor de construção em até 60% e reduzir custos de projeto e operação entre 10% e 20%. Em África, essa transformação ainda se encontra em fase embrionária, mas com elevado potencial, sobretudo nos países que investem em estratégias nacionais de BIM e Smart Infrastructure.

A integração de plataformas digitais permite a gestão do ciclo de vida dos ativos, otimizando custos de manutenção, segurança e desempenho estrutural. Além disso, o uso de drones, scanners a laser, sensores e termografia infravermelha tem revolucionado a inspeção e monitorização de pontes, estradas e edifícios, aumentando a fiabilidade das decisões de engenharia.

O Banco Africano de Desenvolvimento (2024) sublinha que a transição digital na construção é condição essencial para o aumento da transparência, redução da corrupção e melhoria da governança pública no setor. A conjugação entre inovação tecnológica e sustentabilidade ambiental forma, assim, o novo paradigma do desenvolvimento infraestrutural africano.

3 METODOLOGIA

A metodologia adotada neste estudo visa garantir a consistência científica e a replicabilidade dos resultados, sustentando-se em princípios de investigação aplicada e abordagem interdisciplinar. A análise da Indústria AECO e das infraestruturas em África requer um enquadramento metodológico que articule dimensões económicas, tecnológicas, ambientais e institucionais, tendo em vista a complexidade sistémica do tema.

3.1 TIPO E NATUREZA DA PESQUISA

Trata-se de uma pesquisa de natureza qualitativa e quantitativa (método misto), com características descritivas, exploratórias e analítico-comparativas. A abordagem qualitativa permitiu compreender os contextos político-económicos e institucionais da infraestrutura africana, enquanto a vertente quantitativa forneceu suporte empírico através de dados estatísticos provenientes de fontes reconhecidas.

Segundo Gil (2019), a pesquisa descritiva busca “descrever as características de determinado fenómeno ou a relação entre variáveis”, sendo adequada para estudos em que se pretende identificar causas e consequências de uma realidade complexa. Neste artigo, a realidade analisada é o estado atual das infraestruturas e da Indústria AECO no continente africano, bem como as perspectivas de evolução tecnológica e sustentável.

A pesquisa assume ainda caráter bibliográfico e documental, com base na revisão crítica de relatórios, artigos científicos e bases de dados de organismos internacionais, incluindo:

- Banco Africano de Desenvolvimento (AfDB);
- Banco Mundial (World Bank);
- Organização das Nações Unidas (ONU e UNEP);
- Deloitte, McKinsey, KPMG e OCDE;
- UN-Habitat;
- Relatórios técnicos de instituições africanas de engenharia e construção civil.

3.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos adotados compreenderam quatro etapas principais:

- a) *Levantamento bibliográfico e documental*: Realizou-se uma análise sistemática da literatura académica e técnica sobre a Indústria AECO, desenvolvimento de infraestruturas e sustentabilidade em África. As fontes incluíram bases de dados como Scopus, ScienceDirect,

SpringerLink e African Journals Online, além de documentos de política pública e relatórios de desempenho setorial.

- b) *Análise de dados secundários*: Foram compilados e interpretados dados estatísticos relativos a indicadores macroeconômicos, níveis de acesso a serviços básicos, volumes de investimento, e indicadores de desempenho ambiental. A integração de dados de diferentes organismos permitiu uma visão comparativa e transversal do continente.
- c) *Estruturação analítica*: Utilizou-se uma matriz de análise temática com três eixos centrais — Desafios Estruturais, Oportunidades Estratégicas e Tendências Tecnológicas —, que serviu de base à síntese crítica apresentada na seção de Resultados e Discussão.
- d) *Validação conceptual*: A triangulação de fontes foi empregada para garantir a coerência e fiabilidade dos achados, conforme recomendado por Yin (2021) em estudos de natureza interpretativa.

3.3 UNIDADE DE ANÁLISE E DELIMITAÇÃO

A unidade de análise deste estudo é o continente africano, considerado na sua totalidade, sem ênfase em casos nacionais específicos. A escolha por uma abordagem continental justifica-se pela necessidade de compreender os padrões estruturais comuns, as lacunas regionais e as tendências convergentes que caracterizam o desenvolvimento infraestrutural africano.

A delimitação temporal abrange o período de 2015 a 2024, correspondente à implementação da Agenda 2063 da União Africana e à intensificação dos compromissos internacionais com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Este recorte temporal permite analisar as mudanças recentes nas políticas de infraestrutura e na adoção de tecnologias construtivas sustentáveis.

3.4 INSTRUMENTOS E TÉCNICAS DE ANÁLISE

Os dados foram analisados mediante duas técnicas complementares:

- a) Análise de conteúdo temática, aplicada à literatura e aos relatórios técnicos, de forma a identificar as categorias de desafios e oportunidades mais recorrentes na Indústria AECO africana. Essa técnica seguiu as orientações de Bardin (2016), permitindo agrupar e interpretar as evidências qualitativas de forma estruturada.
- b) Análise comparativa e estatística descritiva, utilizada para organizar e sintetizar dados quantitativos de acesso à infraestrutura, investimento e emissões. Tais dados foram

apresentados em tabelas e quadros elaborados segundo as normas da ABNT, com indicação das fontes primárias.

3.5 CONSIDERAÇÕES ÉTICAS E LIMITAÇÕES

A pesquisa respeitou os princípios éticos da integridade científica, conforme o Código de Ética da UNESCO (2021), garantindo transparência na citação de fontes e fiabilidade das interpretações. Nenhum dado confidencial foi utilizado, limitando-se a informações públicas e oficiais.

Entre as limitações do estudo, destacam-se:

- a heterogeneidade das fontes estatísticas entre países africanos, o que dificulta comparações diretas;
- a escassez de dados específicos sobre adoção tecnológica no setor AECO africano;
- a ausência de séries históricas completas para alguns indicadores de sustentabilidade.

Apesar dessas restrições, a triangulação metodológica e o cruzamento de fontes internacionais proporcionaram uma visão abrangente, rigorosa e atualizada sobre o tema.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise dos dados e da literatura especializada permitiu identificar um conjunto de desafios estruturais persistentes e oportunidades emergentes que moldam o futuro da Indústria AECO e das infraestruturas em África. Esta secção apresenta a síntese desses resultados, apoiada em evidências empíricas e numa leitura crítica das tendências continentais.

4.1 DESAFIOS ESTRUTURAIS DA INDÚSTRIA AECO E DAS INFRAESTRUTURAS EM ÁFRICA

A infraestrutura africana caracteriza-se por carências multidimensionais, que vão além da insuficiência física e incluem lacunas de planeamento, gestão, capacitação e financiamento. A análise evidencia cinco dimensões centrais de desafio: estrutural, económica, institucional, tecnológica e ambiental.

4.1.1 Défiência estrutural e obsolescência das infraestruturas

O défi de infraestrutura básica é o fator mais limitante do desenvolvimento africano. Estima-se que cerca de 600 milhões de africanos não tenham acesso à eletricidade, 400 milhões careçam de

acesso adequado a água potável e mais de 60% da população urbana viva em assentamentos informais (UN-Habitat, 2023).

As redes de transporte, energia e comunicações encontram-se, em muitos países, em estado de obsolescência. Apenas 25% das estradas africanas são pavimentadas, o que aumenta em 30 a 40% os custos logísticos das mercadorias (World Bank, 2022). A deficiente integração entre infraestruturas nacionais e regionais impede a consolidação de cadeias produtivas e a circulação eficiente de bens e serviços.

Tabela 2. Indicadores críticos de infraestrutura em África (2023)

Indicador	Valor médio continental	Média mundial
Acesso à eletricidade	38% da população	90%
Acesso à internet	9,8%	65%
Estradas pavimentadas	25%	55%
Investimento anual em infraestrutura	US\$ 93 mil milhões (necessário)	—
Percentagem de urbanização	45% (em 2024)	56%

Fontes: AfDB (2023); World Bank (2022); UN-Habitat (2023).

O subinvestimento crónico em manutenção agrava o problema. O AfDB (2023) estima que um terço das infraestruturas existentes apresente degradação estrutural grave, exigindo reabilitação urgente. A falta de políticas de manutenção preventiva conduz à perda acelerada de ativos e ao aumento de custos de reconstrução.

4.1.2 Desafios financeiros e de investimento

O financiamento é um dos maiores entraves ao desenvolvimento infraestrutural africano. Segundo o Global Infrastructure Hub (2023), apenas 12% do financiamento para infraestrutura africana provém de fontes internas (governos e setor privado local), enquanto 88% depende de capital externo, maioritariamente proveniente da China, do Banco Mundial e de fundos multilaterais.

Os principais constrangimentos financeiros incluem:

- endividamento público elevado e baixo rating de crédito;
- falta de instrumentos de mitigação de risco para investimento privado;
- instabilidade política e cambial;
- ausência de bancos de desenvolvimento regionais com grande capacidade de alavancagem.

Além disso, o financiamento existente concentra-se sobretudo em megaprojetos de transporte e energia, negligenciando áreas como manutenção, habitação acessível e saneamento urbano, o que perpetua desigualdades territoriais.

4.1.3 Déficit institucional e governança

A governança das infraestruturas africanas é frequentemente caracterizada por fragmentação institucional, corrupção e baixa transparência nos processos de contratação pública. A Transparency International (2023) aponta que a construção civil é o segundo setor mais vulnerável à corrupção em África, depois da exploração de recursos naturais.

As fragilidades institucionais incluem:

- ausência de políticas integradas de planeamento urbano e territorial;
- deficiências nos sistemas de regulação e fiscalização técnica;
- carência de normas de desempenho e padronização técnica (particularmente em obras públicas);
- escassa cultura de facility management e manutenção pós-obra.

Essas lacunas reduzem a eficiência dos investimentos e comprometem a sustentabilidade dos ativos públicos.

4.1.4 Desafios tecnológicos e de capacitação

A Indústria AECO africana ainda se apoia em métodos construtivos tradicionais, de baixa produtividade e reduzida integração tecnológica. O McKinsey Global Institute (2020) evidencia que a produtividade da construção em África é cerca de 40% inferior à média mundial.

As principais limitações tecnológicas incluem:

- baixa adoção de BIM (Building Information Modeling) e Digital Twins;
- ausência de normas técnicas e interoperabilidade de dados;
- insuficiente capacitação em engenharia digital, automação e sustentabilidade.

A escassez de mão de obra qualificada é outro obstáculo relevante: segundo a African Union Commission (2022), apenas 1 em cada 10 profissionais de engenharia na África Subsaariana recebeu formação formal em ferramentas digitais aplicadas à construção.

4.1.5 Impactos ambientais e climáticos

O setor AECO é responsável por aproximadamente 40% das emissões de carbono globais, sendo a infraestrutura, isoladamente, responsável por 53% dessas emissões (UNEP, 2022). O desafio africano é particularmente sensível, pois as infraestruturas locais são altamente vulneráveis a eventos climáticos extremos — inundações, secas e tempestades — agravados pelas alterações climáticas (IPCC, 2022).

Além disso, a utilização de materiais intensivos em energia (cimento, aço e betão) eleva a pegada ecológica da construção. A transição para materiais de baixo carbono e práticas de economia circular é, por isso, essencial à mitigação dos impactos ambientais do setor.

4.2 OPORTUNIDADES ESTRATÉGICAS DA INDÚSTRIA AECO E DAS INFRAESTRUTURAS EM ÁFRICA

Apesar dos desafios estruturais identificados, África apresenta um conjunto robusto de oportunidades estratégicas que podem transformar o setor AECO num catalisador de crescimento sustentável, inclusão social e inovação tecnológica. Essas oportunidades estão alinhadas com a Agenda 2063 da União Africana e com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

4.2.1 Crescimento urbano e potencial de industrialização

A urbanização acelerada é simultaneamente um desafio e uma oportunidade. O continente africano terá 1,3 mil milhões de habitantes urbanos até 2050, o que exigirá infraestruturas urbanas, habitação, mobilidade e serviços básicos em escala inédita (UN-Habitat, 2023). Este crescimento cria uma demanda contínua para o setor AECO, estimulando emprego, industrialização local e inovação em materiais e tecnologias construtivas.

A industrialização do setor pode apoiar-se em cadeias regionais de valor, incentivando a produção local de cimento, aço e componentes modulares, o que reduziria custos de importação e aumentaria a resiliência económica.

4.2.2 Inovação e digitalização da construção

A digitalização do setor AECO é considerada um dos vetores mais promissores de transformação. O uso de BIM, Digital Twins (Figura 1), IoT e Inteligência Artificial permite planeamento integrado, redução de erros de projeto, controlo de custos e monitorização de desempenho em tempo real.

Estudos da KPMG (2021) e da McKinsey (2020) indicam que a adoção de ferramentas digitais pode reduzir o custo de operação e manutenção das infraestruturas em até 25% e aumentar a produtividade da construção em 60%. Países como Marrocos, Egito, Quênia e África do Sul já iniciaram programas nacionais de implementação de BIM e infraestruturas inteligentes, com resultados positivos na transparência e eficiência pública.

Figura 1.: Gémeos digitais



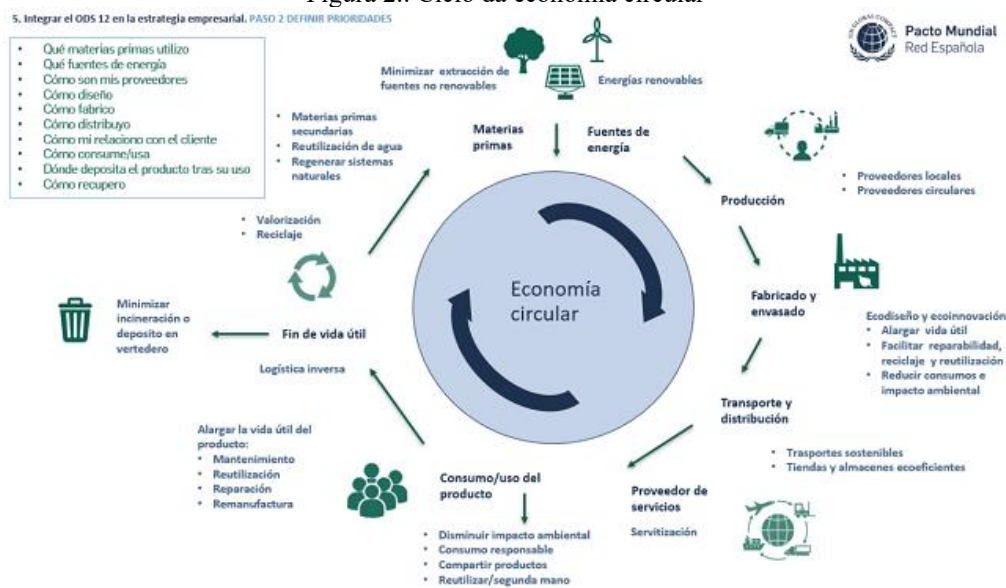
Fonte: Imagem retirada da internet

4.2.3 Economia circular e inovação de materiais

A economia circular oferece oportunidades para um modelo construtivo mais eficiente e inclusivo, Figura 2. Experiências como a da empresa Nelplast Eco, no Gana, que converte resíduos plásticos em blocos de pavimentação e tijolos ecológicos, demonstram o potencial de soluções locais e sustentáveis. Estes materiais reduzem em 30% os custos de produção e são mais duráveis e impermeáveis (World Economic Forum, 2022).

A promoção de cadeias produtivas de materiais sustentáveis — argila expandida, bambu, fibras naturais e agregados reciclados — pode gerar inovação endógena, emprego local e redução da pegada ecológica.

Figura 2.: Ciclo da economia circular



Fonte: Imagem retirada da internet

4.2.4 Financiamento verde e parcerias público-privadas

A transição para uma economia sustentável impulsiona novas fontes de financiamento, como os Green Bonds, Climate Funds e Parcerias Público-Privadas (PPP). O Banco Africano de Desenvolvimento (2023) destaca que o continente captou mais de US\$ 20 mil milhões em títulos verdes entre 2019 e 2023, com crescente participação do setor da construção sustentável e energia renovável.

As PPPs, quando bem estruturadas, podem alavancar investimento privado e transferir riscos de execução, desde que acompanhadas por regulação adequada e garantias de transparência.

4.2.5 Formação técnica e fortalecimento institucional

O fortalecimento de capacidades técnicas locais é fundamental para garantir a sustentabilidade e independência do setor AECO africano. Iniciativas como o African Infrastructure Fellowship Program (AIFP) e o Pan-African University Institute for Water and Energy Sciences (PAUWES) já capacitam engenheiros e gestores públicos em temas como infraestruturas resilientes, digitalização e governança de projetos.

A criação de centros de excelência regionais e de políticas públicas integradas de inovação é essencial para consolidar o conhecimento técnico, a padronização normativa e a difusão tecnológica no continente.

4.2.6 Resiliência climática e sustentabilidade

A incorporação da infraestrutura verde e das soluções baseadas na natureza (Nature-Based Solutions) é outra oportunidade estratégica. Essas soluções — como drenagem sustentável, reflorestamento urbano e pavimentos permeáveis — contribuem para mitigar inundações, melhorar a qualidade ambiental e aumentar a resiliência das cidades africanas (UNEP, 2023).

A infraestrutura sustentável, quando associada a mecanismos de monitorização digital e gestão inteligente, constitui um novo paradigma de engenharia africana, capaz de responder simultaneamente a necessidades de desenvolvimento, mitigação climática e inclusão social.

5 CONCLUSÃO

O presente estudo permitiu compreender de forma abrangente os desafios e oportunidades da Indústria AECO e das infraestruturas em África, num contexto marcado por profundas assimetrias estruturais e pelo imperativo de transformação sustentável. Os resultados evidenciam que o défice infraestrutural africano — estimado em cerca de US\$ 93 mil milhões anuais — constitui um dos principais entraves ao desenvolvimento económico e social do continente. Este défice manifesta-se em carências severas nos setores de energia, transportes, saneamento, habitação e telecomunicações, afetando a competitividade, a produtividade e a qualidade de vida da população.

O estudo mostrou também que as fragilidades institucionais e financeiras, a baixa integração tecnológica e a vulnerabilidade climática ampliam a complexidade do problema infraestrutural africano. A falta de políticas de manutenção preventiva, a dependência de financiamento externo e a insuficiência de normas técnicas e de fiscalização eficaz limitam a eficiência dos investimentos e perpetuam a degradação de ativos.

Contudo, o cenário africano é igualmente fértil em oportunidades estruturantes. O rápido processo de urbanização, a crescente industrialização e a expansão de novos mecanismos de financiamento verde oferecem potencial para um salto qualitativo sem precedentes. A adoção de tecnologias digitais — como BIM, gémeos digitais e sensores inteligentes —, aliada à economia circular e à utilização de materiais locais sustentáveis, pode reduzir custos, aumentar a produtividade e mitigar o impacto ambiental do setor AECO.

A construção sustentável e digital representa, assim, a nova fronteira da engenharia africana. Para que o continente capitalize essas oportunidades, são necessárias políticas públicas integradas, fortalecimento institucional e investimento sistemático na formação técnica. A criação de centros regionais de inovação, a harmonização de normas construtivas e o incentivo à investigação aplicada

em tecnologias sustentáveis são pilares essenciais para o fortalecimento da autonomia tecnológica africana.

Conclui-se que o futuro da Indústria AECO em África depende da capacidade coletiva de articular governança, inovação e sustentabilidade. O desafio já não reside apenas em construir mais, mas sim em construir melhor, com eficiência, equidade e respeito ambiental.

A integração entre os setores público, privado e académico será determinante para transformar o défice infraestrutural em motor de desenvolvimento inclusivo e resiliente, consolidando o papel do setor AECO como eixo estruturante da Agenda 2063 e dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no continente.

REFERÊNCIAS

- AFRICAN DEVELOPMENT BANK (AfDB). African Economic Outlook 2023: Mobilizing Private Sector Financing for Climate and Green Growth in Africa. Abidjan: AfDB, 2023.
- ANDRADE, L. M.; SILVA, R. C. Gestão e Sustentabilidade na Indústria AECO: Desafios Globais e Perspectivas Futuras. São Paulo: Oficina de Textos, 2020.
- BARDIN, L. Análise de Conteúdo. Lisboa: Edições 70, 2016.
- DELOITTE. Africa Construction Trends Report 2022: Building Resilient Infrastructure. Johannesburg: Deloitte, 2022.
- ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. Circular Economy in the Built Environment. London: EMF, 2021.
- GIBB, A.; ISACK, F. Sustainable Construction Management and Economics. London: Routledge, 2019.
- GIL, A. C. Métodos e Técnicas de Pesquisa Social. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019.
- GLOBAL INFRASTRUCTURE HUB. Infrastructure Financing in Africa. Sydney: GIH, 2023.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). Sixth Assessment Report: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Geneva: IPCC, 2022.
- KPMG. Future-Ready Infrastructure: Digital Transformation in Construction. London: KPMG International, 2021.
- MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE. Reinventing Construction: A Route to Higher Productivity. New York: McKinsey & Company, 2020.
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). Sustainable Infrastructure for the SDGs. New York: United Nations, 2023.
- TRANSPARENCY INTERNATIONAL. Corruption Perceptions Index 2023. Berlin: TI, 2023.
- UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). 2022 Global Status Report for Buildings and Construction: Towards a Zero-Emission, Efficient and Resilient Buildings and Construction Sector. Nairobi: UNEP, 2022.
- UN-HABITAT. World Cities Report 2023: Envisioning the Future of African Cities. Nairobi: United Nations Human Settlements Programme, 2023.
- WORLD BANK. Africa's Infrastructure: A Time for Transformation. Washington, D.C.: World Bank, 2022.
- WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT. Our Common Future (The Brundtland Report). Oxford: Oxford University Press, 1987.

WORLD ECONOMIC FORUM. Building the Future: Green Materials in Construction. Geneva: WEF, 2022.

YIN, R. K. Case Study Research and Applications: Design and Methods. 6th ed. Thousand Oaks: SAGE Publications, 2021.