

A indústria AECO e as infraestruturas em África: Desafios e oportunidades num contexto de transformação digital

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 subsetores — 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.

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 défice	Expansão informal e degradação urbana

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

A fragilidade infraestrutural está ligada a múltiplos fatores, incluindo:

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

Além disso, o défice 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 (Gémeos 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 perspetivas 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 macroeconómicos, 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 secção 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 Déficiência estrutural e obsolescência das infraestruturas

O défice 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, Quénia 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



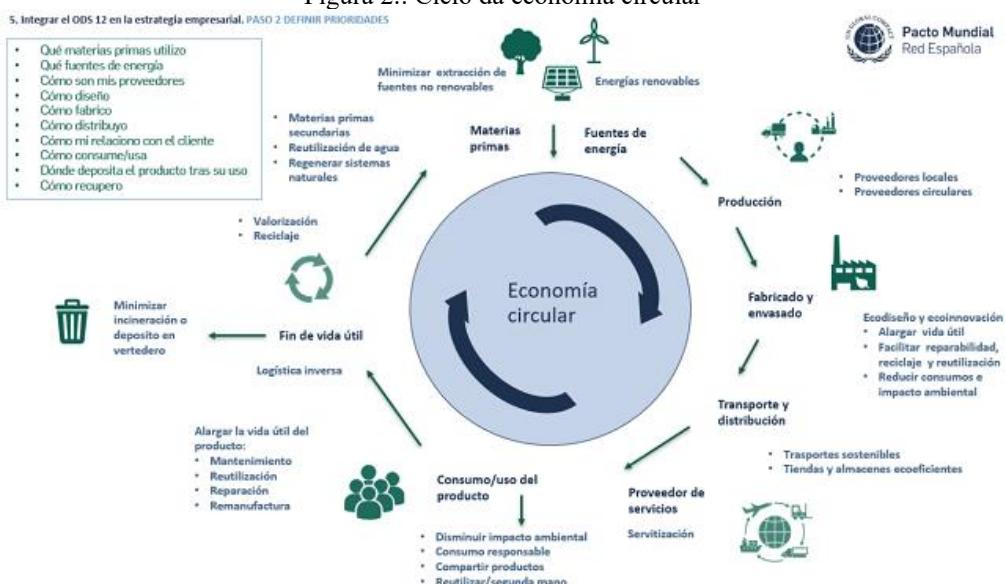
Fonte: Imagem retirada da internet

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.