

Gestão e administração aplicada à engenharia
Management and administration applied to engineering

Antônio Paulo Almeida¹, Fernando Martins², Eltom de Oliveira Livramento³, Fábio Ribeiro Guedes⁴, Tiago Cardoso dos Santos⁵, Eloisa Helena Macedo da Silva⁶, Renato Daniel Alves Cunha⁷ e Patrick Raphael Carleto Santos⁸

v. 14/ n. 1 (2026)
Janeiro/Março

Aceito para publicação em 06/03/2026.

¹Bacharel em Administração pela Unifatecie, Paranavaí, Paraná. ORCID: 0009-0006-5753-3360. E-mail: antonioalmeidaalimentos@gmail.com;

²Bacharel em Engenharia Mecânica pela Unifatecie, Paranavaí, Paraná. ORCID: 0009-0004-0695-2093. E-mail: fernandomartins745@gmail.com;

³Bacharel em Engenharia de Produção pela Unifatecie, Paranavaí, Paraná. ORCID: 0009-0009-9817-2620. E-mail:

eltom.oliveira.doc41@gmail.com;

⁴Bacharel em Engenharia Mecânica pela Unifatecie, Paranavaí, Paraná. ORCID: 0009-0002-5003-9360. E-mail: fabio.cnc3@gmail.com;

⁵Bacharel em Engenharia Ambiental pela Unifatecie, Paranavaí, Paraná. ORCID: 0009-0006-6132-4334. E-mail: tcardososantos@gmail.com;

⁶Bacharela em Engenharia de Produção pela Unifatecie, Paranavaí, Paraná. ORCID: 0009-0003-5784-7915. E-mail: eloisa2016h@gmail.com;

⁷Bacharel em Engenharia Mecânica pela Unifatecie, Paranavaí, Paraná. ORCID: 0009-0004-6773-8373. E-mail: renato.daniel@hotmail.com;

⁸Bacharel em Engenharia Civil pela Unifatecie, Paranavaí, Paraná. ORCID: 0009-0002-5735-745X. E-mail: patrickraphael123r4@gmail.com;

<https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RDGP>

Resumo: Este artigo analisa a interface entre gestão, administração e prática profissional da engenharia, considerando que a atuação do engenheiro contemporâneo exige domínio técnico e capacidade de coordenar recursos, pessoas, informações, riscos e objetivos estratégicos. O objetivo é discutir de que maneira os fundamentos administrativos estruturam decisões em planejamento, projetos, operações, qualidade, custos, transformação digital e sustentabilidade. Metodologicamente, desenvolveu-se uma revisão bibliográfica de caráter qualitativo, exploratório e analítico, com base em literatura científica, documentos institucionais e referenciais normativos. Os resultados indicam que a integração entre competências técnicas e gerenciais amplia a capacidade de resposta das organizações diante de ambientes complexos, fortalece a governança de projetos e favorece processos de inovação orientados por valor. A análise também mostra que a formação em engenharia passou a demandar maior ênfase em liderança, comunicação, visão sistêmica e aprendizagem contínua. Sustenta-se, portanto, que a administração aplicada à engenharia não constitui dimensão acessória da profissão, mas componente central da sua efetividade econômica, social e organizacional.

Palavras-chave: engenharia; administração; gestão de projetos; operações; competências gerenciais.

Abstract: This article analyzes the interface between management, administration and engineering practice, considering that contemporary engineers must combine technical expertise with the ability to coordinate resources, people, information, risks and strategic objectives. The objective is to discuss how managerial foundations shape decisions in planning, projects, operations, quality, costs, digital transformation and sustainability. Methodologically, the study is based on a qualitative, exploratory and analytical literature review grounded on scientific publications, institutional documents and normative references. The findings indicate that the integration of technical and managerial competences increases organizational responsiveness in complex environments, strengthens project governance and supports value-oriented innovation processes. The analysis also shows that engineering education has required greater emphasis on leadership, communication, systems thinking and continuous learning. Management applied to engineering should therefore be understood not as an ancillary dimension of the profession, but as a central component of its economic, social and organizational effectiveness.

Keywords: engineering; administration; project management; operations; managerial competences.

1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A engenharia consolidou-se historicamente como campo voltado à concepção, ao dimensionamento e à implementação de soluções técnicas para problemas materiais da sociedade. Nas últimas décadas, entretanto, o ambiente em que tais soluções são produzidas tornou-se mais interdependente, regulado e intensivo em informação. Projetos passaram a envolver cadeias globais de suprimentos, requisitos socioambientais, plataformas digitais, múltiplos stakeholders e ciclos de inovação mais curtos. Nesse contexto, a excelência estritamente técnica deixou de ser suficiente para assegurar desempenho organizacional consistente. O engenheiro passou a atuar em sistemas de decisão nos quais custo, prazo, qualidade, governança, risco, comunicação e estratégia influenciam diretamente o resultado do trabalho desenvolvido.

Essa mudança desloca o debate sobre gestão e administração para o centro da prática profissional da engenharia. Quando uma empresa escolhe investir em automação, adotar uma plataforma BIM, reconfigurar sua operação fabril, estruturar um escritório de projetos ou redefinir indicadores de desempenho, ela mobiliza conhecimentos administrativos que condicionam o uso da técnica. A relação não é periférica. A técnica responde ao problema de como fazer; a administração organiza as condições para decidir o que fazer, por que fazer, em qual sequência, com quais recursos e sob quais critérios de avaliação. Em organizações orientadas por projetos e operações complexas, a distância entre decisão gerencial e desempenho técnico tende a diminuir de forma expressiva.

A literatura recente reforça essa aproximação. O relatório da UNESCO sobre engenharia e desenvolvimento sustentável destaca que a profissão é decisiva para infraestrutura resiliente, energia, água, mitigação de riscos e implementação de tecnologias emergentes, ao mesmo tempo em que demanda novas capacidades para lidar com desigualdades regionais, digitalização e sustentabilidade (UNESCO, 2021). Na mesma direção, o Project Management Institute passou a enfatizar, em sua edição mais recente do PMBOK, a entrega de valor, a adaptabilidade, a qualidade integrada e a accountability como fundamentos da gestão de projetos em diferentes contextos organizacionais (PMI, 2025).

No Brasil, esse movimento também repercute na formação profissional. As Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de engenharia estabeleceram perfil de egresso orientado por visão sistêmica, atuação ética, capacidade de comunicação, liderança, aprendizado autônomo e consideração de aspectos econômicos, políticos, sociais, ambientais e culturais nas soluções propostas (Brasil, 2019). A norma educacional, ao ampliar o escopo esperado da graduação, reconhece que o exercício da engenharia depende de competências de gestão e de administração articuladas ao repertório técnico tradicional.

Diante desse quadro, o presente artigo tem como objetivo discutir de que modo a gestão e a administração se aplicam à engenharia e por que essa integração se tornou decisiva para a efetividade profissional e organizacional. O texto sustenta que a administração aplicada à engenharia constitui elemento estruturante da formulação estratégica, do gerenciamento de projetos, da coordenação de processos, da avaliação de desempenho, da transformação digital e do desenvolvimento de competências. Ao longo da análise, busca-se demonstrar que a capacidade de integrar técnica e gestão amplia a coerência das decisões e favorece respostas mais robustas a ambientes marcados por complexidade, incerteza e pressão por resultados.

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa caracteriza-se como revisão bibliográfica de natureza qualitativa, com finalidade exploratória e analítica. O recorte adotado concentrou-se em estudos que abordam a aplicação de conceitos administrativos a contextos de engenharia, especialmente nos eixos de projetos, operações, qualidade, transformação digital, competências profissionais e formação do engenheiro. Foram mobilizados artigos científicos publicados em periódicos reconhecidos, documentos institucionais, relatórios de organismos internacionais e referenciais de gestão de projetos e educação em engenharia.

O critério de seleção priorizou textos capazes de relacionar diretamente desempenho técnico e dispositivos de gestão. Não se buscou apenas literatura genérica de administração, mas contribuições que evidenciassem a incidência prática de decisões administrativas em sistemas de engenharia. Por essa razão, destacaram-se trabalhos brasileiros sobre gestão de projetos, melhoria contínua, indicadores, perfil profissional e competências gerenciais, combinados a documentos normativos e relatórios internacionais que tratam da evolução recente do campo.

Do ponto de vista analítico, o material foi organizado em categorias temáticas: fundamentos da administração aplicados à engenharia; planejamento, estratégia e decisão; gestão de projetos, processos e operações; qualidade, custos e indicadores; transformação digital, inovação e sustentabilidade; competências gerenciais; e desafios organizacionais no contexto brasileiro. Essa organização permitiu examinar o fenômeno sob uma perspectiva sistêmica, evitando reduzir a gestão a um conjunto de técnicas isoladas e permitindo compreender a sua função integradora dentro das organizações de engenharia.

3. FUNDAMENTOS DA ADMINISTRAÇÃO APLICADOS À ENGENHARIA

A administração aplicada à engenharia pode ser compreendida como o conjunto de princípios, métodos e práticas que orientam a coordenação racional de recursos para a produção de resultados técnicos e organizacionais. Em termos operacionais, isso significa transformar objetivos estratégicos em programas, projetos, rotinas, indicadores, fluxos de comunicação e critérios de controle. A engenharia, por sua vez, oferece os instrumentos científicos e tecnológicos necessários para a concepção e a execução das soluções. Quando esses dois campos operam de forma dissociada, surgem sintomas recorrentes: especificações desconectadas da realidade econômica, cronogramas inviáveis, retrabalho, baixa rastreabilidade decisória e dificuldade de aprendizagem organizacional.

A contribuição administrativa mais elementar à engenharia encontra-se na capacidade de estruturar decisões. Planejar, organizar, dirigir e controlar não são apenas funções abstratas; constituem operações que definem a viabilidade de qualquer empreendimento técnico. Planejar envolve traduzir metas em escopo, cronograma, orçamento e prioridades. Organizar implica distribuir responsabilidades, estabelecer fluxos de informação e compatibilizar recursos. Dirigir pressupõe liderar equipes, negociar interfaces e sustentar coordenação em ambientes de alta especialização. Controlar, por fim, depende de indicadores, auditorias, análise de desvios e mecanismos de correção. Em projetos e operações complexas, o desempenho técnico é inseparável desse encadeamento gerencial.

Rabechini Junior *et al.* (2011) mostram que a organização da atividade de gerenciamento de projetos depende da adequação entre competências e estrutura. Tal argumento é particularmente relevante para a engenharia porque projetos técnicos variam em grau de inovação, risco, interdependência e exigência regulatória. Em consequência, a estrutura gerencial não pode ser uniforme. Modelos excessivamente centralizados podem gerar lentidão decisória; arranjos demasiadamente difusos tendem a ampliar conflitos de interface e responsabilidade. A administração aplicada à engenharia, nesse sentido, não se resume à imposição de controles, mas à construção de arquiteturas organizacionais compatíveis com a natureza do trabalho a ser executado.

A literatura sobre gestão de projetos em empresas brasileiras reforça a necessidade de contingência administrativa. Marques Junior e Plonski (2011) argumentam que abordagens padronizadas demais, concebidas como solução universal, nem sempre respondem à diversidade dos projetos. A engenharia lida com obras, plantas, produtos, sistemas logísticos, softwares embarcados, manutenção, pesquisa aplicada e transformação de processos. Cada um desses objetos requer diferentes combinações de formalização, flexibilidade, documentação, governança e autonomia técnica. Assim, a boa administração não elimina a singularidade do contexto de engenharia; ao contrário, oferece critérios para reconhecer essa singularidade e desenhar mecanismos de coordenação coerentes com ela.

Quadro 1 – Relações entre funções administrativas e processos de engenharia

| função administrativa | desdobramento na engenharia | efeito organizacional esperado |
|-----------------------|---|--|
| planejamento | definição de escopo, cronograma, orçamento, riscos e critérios de valor | maior previsibilidade e coerência entre recursos e objetivos |
| organização | estruturação de papéis, interfaces, fluxos informacionais e governança | redução de conflitos entre disciplinas e melhor integração técnica |
| direção | liderança de equipes, negociação com stakeholders e coordenação de execução | agilidade decisória e alinhamento operacional |
| controle | uso de indicadores, auditorias, análises de desvio e ações corretivas | aprendizagem, rastreabilidade e melhoria contínua |

Fonte: elaborado pelo autor com base em Rabechini Junior *et al.* (2011), Marques Junior e Plonski (2011) e PMI (2025).

Sob essa perspectiva, a administração funciona como linguagem de integração entre especialidades. Organizações de engenharia raramente trabalham com um único saber disciplinar. Há interfaces entre projeto, suprimentos, qualidade, operação, manutenção, segurança, meio ambiente, jurídico e finanças. A capacidade de coordenação entre essas áreas não decorre espontaneamente da competência técnica individual. Ela depende de procedimentos de reporte, ritos decisórios, definição de autoridade, políticas de documentação e mecanismos de priorização. Em outras palavras, quanto maior a complexidade do sistema técnico, maior tende a ser a necessidade de uma base administrativa capaz de tornar cooperável a diversidade de conhecimentos envolvidos.

Planejamento, estratégia e tomada de decisão em sistemas de engenharia

Um dos pontos em que a administração mais claramente estrutura a engenharia é o planejamento. Projetos de infraestrutura, expansão fabril, modernização de plantas industriais, redes de utilidades e desenvolvimento de produtos dependem de decisões tomadas antes da execução física. Erros nessa fase se difundem ao longo de toda a cadeia, elevando custos de alteração, ampliando riscos contratuais e comprometendo o desempenho final. Planejar em engenharia não significa apenas construir cronogramas, mas formular cenários, priorizar investimentos, definir critérios de valor, compatibilizar requisitos técnicos e antecipar restrições produtivas, legais e ambientais.

Nessa dimensão, a estratégia ocupa papel decisivo. Nem toda solução tecnicamente superior constitui a melhor decisão organizacional. A escolha de tecnologias, padrões construtivos, níveis de automação ou métodos de produção depende do posicionamento da organização, da maturidade do

mercado, da disponibilidade de capital, do risco aceitável e do horizonte temporal esperado para retorno. A administração fornece instrumentos para alinhar engenharia e estratégia, evitando que decisões técnicas sejam tomadas de forma isolada. Quando o alinhamento é insuficiente, é comum surgirem investimentos superdimensionados, baixa aderência entre projetos e objetivos corporativos ou adoção de tecnologias sem absorção efetiva pela operação.

O PMBOK mais recente reforça exatamente essa conexão ao afirmar que a gestão de projetos deve ligar resultados a um sistema de entrega de valor, integrando princípios, domínios de desempenho e adaptação contextual (PMI, 2025). Essa mudança de ênfase, do simples cumprimento de escopo para a geração de valor, possui impacto direto sobre a engenharia. Em muitos casos, o sucesso de um empreendimento não se mede apenas pela conclusão física da obra ou pela entrega do produto, mas pela capacidade de o sistema concebido produzir desempenho operacional, confiabilidade, segurança e retorno econômico ao longo do tempo.

A qualidade da tomada de decisão também depende da forma como dados e incertezas são tratados. Em ambientes de engenharia, a ilusão de objetividade absoluta pode levar gestores a subestimar premissas organizacionais e humanas. Orçamentos, especificações e curvas de produtividade, embora expressem quantificações, são produzidos a partir de julgamentos sobre escopo, capacidade de execução, comportamento de fornecedores e estabilidade do ambiente. A administração contribui precisamente ao tornar explícitas essas premissas, estruturando processos de análise de risco, validação de hipóteses e revisão de marcos decisórios.

A recente literatura sobre trabalho por projetos indica que abordagens flexíveis e ajustadas ao propósito tendem a responder melhor à mudança do que modelos rigidamente uniformes. O relatório *Pulse of the Profession 2024* informa que organizações vêm se deslocando para práticas de entrega mais flexíveis e adequadas ao contexto, em resposta à digitalização e às transformações no ambiente de trabalho (PMI, 2024). Para a engenharia, isso significa reconhecer que o planejamento continua indispensável, mas precisa conviver com ciclos de revisão mais curtos, maior integração informacional e mecanismos de aprendizagem contínua durante a execução.

Em sistemas intensivos em capital, o planejamento ainda cumpre função de coordenação intertemporal. Obras civis, linhas de produção e sistemas energéticos envolvem compromissos cujos efeitos ultrapassam o ciclo orçamentário anual. A administração oferece instrumentos para avaliar dependências entre decisões presentes e consequências futuras, aspecto central em análises de capacidade, confiabilidade, manutenção e expansão. Quando esse olhar de longo prazo não existe, a engenharia tende a responder apenas a urgências pontuais, o que aumenta a probabilidade de soluções localmente eficientes, porém globalmente disfuncionais.

Outro aspecto relevante refere-se à governança das premissas. Em muitos empreendimentos de engenharia, revisões de escopo e mudanças de requisito decorrem não de falhas de execução, mas da baixa qualidade do processo decisório inicial. A administração aplicada à engenharia precisa, portanto, criar fóruns nos quais premissas possam ser explicitadas, tensionadas e validadas antes de se converterem em compromisso contratual ou operacional. Esse cuidado reduz ambiguidades, melhora a rastreabilidade das decisões e contribui para distinguir o que é variação inevitável do que é erro de concepção gerencial.

4. GESTÃO DE PROJETOS, PROCESSOS E OPERAÇÕES

A gestão de projetos constitui uma das áreas em que a aproximação entre administração e engenharia se mostra mais evidente. Em setores como construção civil, óleo e gás, saneamento, energia, manufatura avançada, mineração e tecnologia, o projeto é a unidade por meio da qual estratégias são materializadas em entregas específicas. Ele mobiliza escopo, prazo, orçamento, risco, aquisições, comunicação e integração entre disciplinas. O problema central não reside apenas em executar tarefas, mas em coordenar interdependências entre agentes especializados, frequentemente submetidos a condicionantes legais, contratuais e ambientais.

Rabechini Junior *et al.* (2011) evidenciam que os escritórios de projetos e outros arranjos de governança tendem a assumir papel relevante justamente por integrarem processos, competências e estruturas. Essa integração é valiosa em engenharia porque interfaces mal administradas representam uma fonte clássica de perdas. Incompatibilizações entre projeto e obra, mudanças tardias de escopo, atrasos de suprimentos, falhas de comunicação entre áreas de projeto e manutenção e ausência de critérios claros de priorização são manifestações frequentes de uma gestão insuficientemente articulada.

Os fatores críticos de sucesso analisados por Jordão *et al.* (2015) ajudam a detalhar essa problemática. Entre os elementos recorrentes associados ao melhor desempenho de projetos estão o apoio da alta administração, a comunicação efetiva, o comprometimento das equipes, a clareza de objetivos e a capacidade de coordenação. Em ambientes de engenharia, esses fatores não são acessórios comportamentais; representam condições estruturais para que conhecimento especializado se converta em resultado. Projetos tecnicamente sofisticados fracassam quando patrocinadores não asseguram prioridade institucional, quando informações circulam de forma fragmentada ou quando a autoridade decisória não é compatível com a complexidade das interfaces envolvidas.

Ao lado da gestão de projetos, a administração aplicada à engenharia também precisa lidar com processos e operações. Uma planta industrial, um sistema de manutenção, uma central de

utilidades ou uma rede logística exigem estabilidade, previsibilidade e melhoria contínua. Nesse ponto, a engenharia de processos e a administração de operações convergem ao buscar fluxo, padronização, capacidade produtiva, confiabilidade e redução de desperdícios. A literatura sobre manufatura enxuta, teoria das restrições e Seis Sigma mostra que ganhos operacionais relevantes dependem da integração entre análise técnica do processo e desenho gerencial dos mecanismos de controle e aprendizagem.

Pacheco (2014) demonstra que Teoria das Restrições, Lean Manufacturing e Seis Sigma possuem elementos complementares cujo potencial se amplia quando a organização evita tratá-los como pacotes isolados. Essa constatação é pertinente para a engenharia porque grande parte dos fracassos de implementação decorre menos da ferramenta escolhida e mais da incapacidade gerencial de articular prioridades, treinamento, métricas e rotina decisória. Ferramentas operacionais produzem efeito duradouro quando inseridas em um sistema de gestão coerente, com patrocínio institucional e disciplina de execução.

A discussão sobre melhoria contínua também ilustra a natureza organizacional do desempenho técnico. Mesquita e Alliprandini (2003) identificam competências essenciais para sustentar processos de melhoria na produção, mostrando que treinamento, sistematização, capacidade analítica e disseminação de práticas são condições relevantes para a continuidade dos avanços. Em outras palavras, a operação não melhora apenas porque a tecnologia está disponível; ela melhora quando a administração cria mecanismos para transformar experiência em conhecimento compartilhado, rotina em aprendizado e desvio em oportunidade de correção.

Há, além disso, uma continuidade frequentemente negligenciada entre projeto e operação. Em muitas organizações, o encerramento formal do projeto marca a dissolução da equipe responsável pelo empreendimento, transferindo-se o ativo para a operação com documentação incompleta, treinamento insuficiente e baixa captura de lições aprendidas. A administração aplicada à engenharia precisa enfrentar essa descontinuidade, criando mecanismos de transição que permitam transformar conhecimento de implantação em capacidade operacional. Sem essa ponte, repete-se a fragmentação entre quem concebe, quem executa e quem mantém, com efeitos negativos sobre custo, confiabilidade e segurança.

A gestão de operações, por sua vez, exige equilíbrio entre padronização e adaptação. Processos industriais e de manutenção precisam de rotina, mas não podem se tornar incapazes de aprender. É nesse ponto que a lógica da melhoria contínua se torna estratégica. Organizações de engenharia mais maduras tendem a institucionalizar ciclos de monitoramento, análise causal, experimentação controlada e disseminação de boas práticas. A função administrativa consiste em

sustentar esses ciclos ao longo do tempo, impedindo que melhorias dependam exclusivamente de iniciativas individuais ou de momentos pontuais de crise.

Em empresas submetidas a forte pressão por desempenho, outra questão recorrente é a coexistência de múltiplas metodologias gerenciais. Programas de excelência operacional, iniciativas lean, sistemas integrados de gestão, auditorias, certificações e plataformas digitais frequentemente se acumulam sem integração. A engenharia acaba então convivendo com vocabulários e indicadores concorrentes. A administração aplicada deve atuar como princípio de coerência institucional, selecionando métodos compatíveis com a estratégia e assegurando que ferramentas diferentes converjam para objetivos compartilhados, e não para sobrecarga burocrática.

5. QUALIDADE, CUSTOS E INDICADORES DE DESEMPENHO

A administração aplicada à engenharia adquire concretude quando se examinam os sistemas de qualidade, custos e indicadores. Em qualquer organização intensiva em engenharia, a noção de desempenho precisa ser traduzida em variáveis observáveis. Qualidade, produtividade, disponibilidade, confiabilidade, custo do ciclo de vida, perdas, tempo de atravessamento, consumo energético e segurança não são meros números de controle; constituem referências para decidir, priorizar e corrigir. A gestão, nesse sentido, não substitui a engenharia da medição, mas organiza os critérios pelos quais se reconhece se um sistema está ou não produzindo o valor esperado.

Martins e Costa Neto (1998) propõem uma sistematização dos indicadores de desempenho para a gestão pela qualidade total que permanece atual justamente porque evidencia a necessidade de articular níveis estratégico, tático e operacional. Para a engenharia, essa articulação é decisiva. Não basta medir variáveis de processo sem conexão com objetivos organizacionais, assim como não basta enunciar metas estratégicas sem traduzi-las em métricas operacionais compreensíveis para as equipes técnicas. O problema não é a ausência de dados, mas a falta de coerência entre o que se mede, o que se decide e o que se pretende melhorar.

A gestão de custos apresenta desafio semelhante. Projetos e operações de engenharia frequentemente envolvem investimentos elevados, ativos de longa duração e forte impacto das decisões iniciais sobre o custo futuro. Uma escolha aparentemente econômica no curto prazo pode elevar gastos de manutenção, reduzir confiabilidade, ampliar consumo energético ou dificultar expansões posteriores. A administração, nesse caso, contribui ao deslocar a análise de custo para uma perspectiva sistêmica, evitando avaliações restritas ao preço imediato de aquisição. Esse movimento aproxima a engenharia de práticas de custeio, análise de viabilidade, governança de portfólio e gestão do ciclo de vida.

Sistemas de qualidade maduros também dependem de coordenação interfuncional. A qualidade não emerge apenas do controle final do produto ou da inspeção da obra. Ela precisa ser projetada, desdobrada em processos, acompanhada por indicadores e sustentada por rotinas de prevenção. Isso exige que áreas técnicas, suprimentos, operação, manutenção, segurança e liderança compartilhem linguagem decisória. Quando a organização trata qualidade apenas como departamento e não como sistema, a engenharia tende a enfrentar retrabalhos, disputas entre áreas e baixa confiabilidade na informação gerencial.

A relevância desse tema se intensifica em ambientes submetidos a certificações, contratos de desempenho, exigências regulatórias e pressão por sustentabilidade. Indicadores deixam de ser instrumentos meramente internos e passam a compor a legitimidade externa da organização. Nesse cenário, a administração aplicada à engenharia precisa combinar precisão técnica e inteligibilidade gerencial: medir com rigor, comunicar com clareza e agir com base nos desvios efetivamente relevantes para o resultado.

A relação entre custos e qualidade também precisa ser tratada de modo não antagônico. Em decisões de curto prazo, qualidade pode ser erroneamente percebida como fator que encarece a operação. Contudo, em perspectiva sistêmica, retrabalho, falhas, atrasos, acidentes, litígios contratuais e indisponibilidade de ativos produzem custos muitas vezes superiores ao investimento preventivo. A gestão aplicada à engenharia, portanto, precisa evidenciar economicamente o valor da prevenção, tornando perceptível a conexão entre qualidade de processo e sustentabilidade financeira.

6. TRANSFORMAÇÃO DIGITAL, INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE

A transformação digital alterou de forma decisiva a relação entre gestão e engenharia. Se em contextos anteriores a administração operava majoritariamente sobre estruturas hierárquicas, documentos e controles periódicos, hoje ela precisa lidar com ambientes conectados, modelagem em tempo real, interoperabilidade de sistemas e grande volume de dados operacionais. Isso muda a própria natureza da decisão gerencial. Plataformas de modelagem da informação, sensores, sistemas ciberfísicos, analytics, inteligência artificial e internet das coisas não são apenas tecnologias de apoio; reconfiguram a maneira como projetos são concebidos, monitorados, ajustados e aprendidos.

A literatura nacional sobre indústria 4.0 evidencia essa transição. Lima e Gomes (2020), ao analisarem bibliometricamente o tema, mostram a centralidade de tecnologias digitais na reorganização dos sistemas produtivos e na redefinição das capacidades competitivas. O impacto para a engenharia é amplo: aumenta a exigência de integração entre automação, tecnologia da informação, dados de processo, manutenção e estratégia de negócio. Isso significa que o engenheiro passa a atuar

em uma fronteira mais porosa entre decisão técnica e decisão administrativa, na qual viabilidade tecnológica, maturidade organizacional e lógica de investimento precisam ser avaliadas em conjunto.

No campo do projeto, Zardo, Mussi e Silva (2020) mostram que a adoção de tecnologias digitais no processo contemporâneo traz potencialidades importantes, mas também desafios à profissão e à academia. A observação é particularmente pertinente porque frequentemente se superestima a capacidade transformadora da ferramenta e se subestima o esforço organizacional necessário para sua assimilação. A gestão aplicada à engenharia precisa tratar a transformação digital como processo de mudança sociotécnica, e não como simples aquisição de software ou equipamento. Sem revisão de rotinas, qualificação de equipes, redefinição de responsabilidades e revisão de fluxos informacionais, a digitalização tende a gerar fragmentação em vez de integração.

A dimensão da inovação reforça esse argumento. Gonçalves *et al.* (2023), ao examinarem a relação entre gestão de projetos e transformação digital, destacam a convergência entre mudança organizacional, inovação e práticas de gerenciamento. Em engenharia, projetos de transformação digital dificilmente produzem efeito sustentável quando são conduzidos como iniciativas exclusivamente tecnológicas. O que está em jogo é a capacidade de reconfigurar processos, critérios de decisão, formas de cooperação e métricas de desempenho. Por isso, a administração torna-se mediadora entre a promessa técnica da inovação e sua efetiva incorporação pelo sistema organizacional.

A sustentabilidade amplia ainda mais o escopo dessa mediação. O relatório da UNESCO mostra que a engenharia é central para o atingimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável e para a construção de infraestrutura resiliente, acesso à água e energia, mitigação de desastres e redução de desigualdades tecnológicas (UNESCO, 2021). Contudo, a relevância social da engenharia não se realiza automaticamente. Ela depende de decisões de gestão sobre priorização de investimentos, avaliação de impactos, governança, ética, transparência e compromisso de longo prazo. Em termos práticos, isso significa que administrar a engenharia no século XXI envolve considerar simultaneamente desempenho econômico, responsabilidade social, viabilidade ambiental e capacidade institucional.

Rocha e Kissimoto (2022) mostram, no campo das operações, que a adoção de inteligência artificial e internet das coisas envolve benefícios e barreiras organizacionais. O achado é esclarecedor porque evita uma leitura tecnicista da inovação. Barreiras de integração de dados, cultura, competências, segurança da informação e governança podem comprometer o potencial das tecnologias mesmo quando sua viabilidade técnica é reconhecida. Para a engenharia, isso reforça a ideia de que a transformação digital não é apenas um problema de infraestrutura tecnológica, mas de desenho organizacional, priorização de uso e capacidade de coordenação entre áreas.

A sustentabilidade, por sua vez, exige ampliar o horizonte da decisão para além da eficiência imediata. Projetos de engenharia podem cumprir prazo e custo e, ainda assim, gerar externalidades negativas significativas em termos de consumo de recursos, emissão de resíduos, vulnerabilidade social ou dificuldade de manutenção futura. A administração aplicada à engenharia precisa incorporar critérios de avaliação multicritério capazes de captar impactos distribuídos no tempo e entre diferentes grupos sociais. Essa ampliação é especialmente relevante em investimentos públicos e em infraestruturas essenciais, cuja performance afeta diretamente a qualidade de vida coletiva.

Em tal cenário, inovação não pode ser confundida com novidade. Do ponto de vista gerencial, inovações só se consolidam quando a organização desenvolve capacidade de absorção, isto é, quando consegue aprender, adaptar e institucionalizar o novo arranjo técnico. A engenharia participa desse processo ao validar soluções, testar desempenho e produzir confiabilidade, mas a administração é responsável por criar as condições de escalabilidade, governança, capacitação e avaliação que permitem à inovação deixar de ser experimento localizado para tornar-se capacidade organizacional.

7. COMPETÊNCIAS GERENCIAIS DO ENGENHEIRO CONTEMPORÂNEO

A incorporação de funções administrativas ao cotidiano da engenharia exige revisão do próprio perfil profissional esperado. O engenheiro contemporâneo precisa dominar métodos quantitativos e fundamentos científicos, mas também deve ser capaz de traduzir problemas complexos em decisões coletivas, justificar escolhas diante de múltiplos públicos e coordenar atividades distribuídas entre diferentes áreas. Essa ampliação não representa perda de densidade técnica; corresponde, antes, ao reconhecimento de que a técnica só produz resultado consistente quando inserida em estruturas comunicacionais, econômicas e institucionais adequadas.

As Diretrizes Curriculares Nacionais de 2019 formalizam esse deslocamento ao estabelecerem competências relacionadas à liderança, à comunicação, ao trabalho em equipe, à consideração de impactos sociais e ambientais e à capacidade de aprender continuamente (Brasil, 2019). O documento normativo indica que a formação em engenharia não pode permanecer restrita à solução técnico-disciplinar isolada. A própria educação passa a ser convocada a produzir profissionais aptos a articular análise, decisão, negociação e responsabilidade pública.

Estudos empíricos sobre o perfil do engenheiro de produção apontam na mesma direção. Borchardt *et al.* (2009) identificam, a partir da visão empresarial, a valorização de competências integradoras e de capacidades para coordenação organizacional. Já Martins, Neves e Macêdo (2014), ao analisar o desenvolvimento de competências gerenciais na construção civil, mostram que experiências de aprendizagem contextualizadas favorecem visão humanística, foco no cliente e

melhor compreensão sistêmica do trabalho. Tais resultados sugerem que competências gerenciais não são atributos marginais, mas condições para que o conhecimento técnico seja socialmente mobilizado em organizações complexas.

Quadro 2 – Competências gerenciais requeridas do engenheiro contemporâneo

| Competência gerencial | Aplicação na prática de engenharia | Referências de apoio |
|-----------------------------|--|---|
| visão sistêmica | integrar requisitos técnicos, econômicos e socioambientais | Brasil (2019); UNESCO (2021) |
| comunicação técnica | comunicar dados especializados a equipes e clientes | Jordão <i>et al.</i> (2015); Borchardt <i>et al.</i> (2009) |
| liderança e coordenação | coordenar equipes e interfaces críticas | Rabechini Junior <i>et al.</i> (2011); Martins, Neves e Macêdo (2014) |
| análise orientada por dados | analisar indicadores, custos e métricas de processo | Martins e Costa Neto (1998); PMI (2025) |
| aprendizagem contínua | atualizar-se em tecnologias, métodos e regulação | Lima e Gomes (2020); Gonçalves <i>et al.</i> (2023) |

Fonte: elaborado pelo autor com base em Brasil (2019), Borchardt *et al.* (2009), Martins, Neves e Macêdo (2014), Gonçalves *et al.* (2023) e UNESCO (2021).

A própria ascensão da digitalização reforça a importância de competências híbridas. Transformações baseadas em dados e automação exigem profissionais capazes de interpretar informações técnicas, compreender impactos organizacionais e dialogar com áreas de negócios, tecnologia da informação e operação. Em vez de opor especialista e gestor, o cenário contemporâneo tende a favorecer o engenheiro com capacidade de transitar entre profundidade técnica e coordenação estratégica. Não se trata de formar um generalista superficial, mas um profissional tecnicamente consistente e gerencialmente apto a integrar conhecimentos.

Essa agenda de competências também modifica a relação entre carreira e autoridade. Muitos engenheiros assumem funções de liderança sem preparação específica para gerir pessoas, comunicar expectativas, dar feedback, arbitrar conflitos e orientar prioridades. O resultado pode ser uma liderança fortemente baseada em expertise individual, porém insuficiente em termos de coordenação coletiva. A administração aplicada à engenharia sugere que progressão profissional e desenvolvimento gerencial devam caminhar conjuntamente, com programas de formação que associem conteúdo técnico à capacidade de liderar contextos complexos.

Além disso, competências gerenciais não devem ser compreendidas apenas como soft skills genéricas. No contexto da engenharia, elas possuem conteúdo técnico-organizacional específico: negociar mudanças de escopo, interpretar relatórios de custo, comunicar incertezas, construir critérios de priorização, compreender requisitos regulatórios, gerir contratos e sustentar decisões baseadas em dados. Essa especificidade é importante porque impede que a discussão sobre competências se torne

abstrata. O engenheiro necessita de habilidades relacionais, mas sempre vinculadas ao exercício concreto da decisão em ambientes de alta responsabilidade técnica.

A formação dessas competências requer ambientes de aprendizagem ativos. Projetos integradores, estudos de caso, laboratórios de decisão, simulações, experiências de extensão e aproximação com problemas reais tendem a oferecer melhores condições para desenvolver julgamento gerencial do que práticas exclusivamente expositivas. A literatura sobre educação em engenharia vem apontando justamente para a importância de experiências em que estudantes lidem com ambiguidade, negociação e restrição de recursos, em vez de trabalhar apenas com problemas perfeitamente estruturados.

8. DESAFIOS ORGANIZACIONAIS E INSTITUCIONAIS NO CONTEXTO BRASILEIRO

Embora a literatura e os referenciais normativos reconheçam a centralidade da gestão na engenharia, a implementação dessa integração ainda enfrenta obstáculos relevantes no contexto brasileiro. Um deles decorre da permanência de culturas organizacionais que separam de maneira rígida decisão administrativa e decisão técnica, como se a primeira pertencesse exclusivamente à alta gestão e a segunda às equipes de engenharia. Essa separação produz efeitos problemáticos: metas financeiras descoladas da realidade operacional, soluções técnicas concebidas sem governança de implantação e baixa responsabilização compartilhada pelos resultados.

Outro desafio reside na heterogeneidade das organizações. Grandes empresas podem estruturar escritórios de projetos, sistemas robustos de indicadores, governança digital e programas de formação gerencial. Pequenas e médias empresas, por sua vez, frequentemente operam com recursos escassos, baixa formalização processual e reduzida capacidade de absorver metodologias complexas. Nesse cenário, a administração aplicada à engenharia precisa ser adaptativa. A maturidade gerencial não se eleva apenas pela importação de modelos prontos, mas pela construção gradual de rotinas, linguagem comum e mecanismos simples de monitoramento que façam sentido para o contexto real da organização.

Também persiste o desafio da formação docente e institucional. As DCNs de engenharia apontam para currículos mais integrados, mas a transposição dessa diretriz para a sala de aula depende de revisão pedagógica, interdisciplinaridade e aproximação com problemas reais. Não basta incluir disciplinas isoladas de administração; é necessário integrar a lógica da gestão à resolução de problemas de engenharia, permitindo que estudantes percebam como orçamento, risco, cronograma, qualidade, sustentabilidade e comunicação afetam a consistência da solução técnica proposta.

Há ainda uma dimensão ética e pública. Em setores regulados e em empreendimentos de alto impacto social, falhas de gestão podem produzir consequências tão graves quanto falhas de cálculo. A administração aplicada à engenharia envolve governança, rastreabilidade da decisão, prestação de contas e atenção aos impactos coletivos das escolhas técnicas. Essa compreensão é particularmente importante em infraestrutura urbana, energia, saneamento, logística e habitação, áreas nas quais a engenharia se articula diretamente com políticas públicas, contratos e direitos sociais.

Outro ponto sensível refere-se à integração entre tecnologia digital e capacidade gerencial. A expansão de softwares, dashboards e sistemas integrados levou muitas empresas a acreditar que a disponibilidade de informação resolveria, por si só, suas dificuldades de coordenação. Na prática, dados abundantes sem critérios claros de decisão podem apenas ampliar ruído. A maturidade da gestão aplicada à engenharia depende menos do volume de informação disponível e mais da capacidade de selecionar métricas relevantes, atribuir responsabilidades e transformar dados em ação organizacional consequente.

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise desenvolvida permite afirmar que gestão e administração constituem dimensões estruturantes da engenharia contemporânea. Longe de representarem um complemento secundário à formação técnica, elas organizam as condições em que a técnica produz resultado. Planejamento, governança, coordenação de projetos, gestão de operações, controle da qualidade, avaliação de custos, digitalização e sustentabilidade dependem de decisões administrativas que moldam o alcance das soluções de engenharia e a sua capacidade de gerar valor ao longo do tempo.

Considerando os argumentos apresentados, torna-se possível observar que a engenharia opera hoje em sistemas sociotécnicos nos quais a precisão do cálculo precisa coexistir com a complexidade das organizações. A competência profissional passa a envolver não apenas saber dimensionar, projetar ou especificar, mas também saber integrar equipes, administrar restrições, construir consensos mínimos, interpretar indicadores e alinhar escolhas técnicas à estratégia institucional. Esse deslocamento não reduz a identidade da engenharia; antes, amplia a sua capacidade de intervenção qualificada na realidade.

Com base na análise realizada, nota-se também que a integração entre gestão e engenharia tende a produzir ganhos em diferentes níveis: melhora a consistência do planejamento, reduz perdas de interface, fortalece a aprendizagem organizacional, qualifica a adoção de tecnologias digitais e favorece respostas mais responsáveis a exigências socioambientais. Em contrapartida, quando a gestão é tratada como formalidade burocrática ou quando a técnica é isolada das condições

organizacionais de sua aplicação, tornam-se mais prováveis atrasos, retrabalho, decisões inconsistentes e uso ineficiente de recursos.

A partir das evidências discutidas, a principal contribuição teórica deste artigo consiste em reforçar a compreensão de que a administração aplicada à engenharia deve ser lida como eixo de integração entre conhecimento técnico, decisão estratégica e responsabilidade institucional. Do ponto de vista prático, essa leitura sugere a necessidade de fortalecer currículos, rotinas organizacionais e modelos de liderança que valorizem competências híbridas, sem abrir mão do rigor técnico. Tal orientação parece particularmente relevante para organizações brasileiras que precisam elevar sua capacidade de inovação, produtividade e governança em ambientes crescentemente instáveis e digitalizados.

REFERÊNCIAS

BORCHARDT, M.; VACCARO, G. L. R.; AZEVEDO, D.; PONTE JUNIOR, J. O perfil do engenheiro de produção: a visão de empresas da região metropolitana de Porto Alegre. **Produção**, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 230-248, 2009. DOI: 10.1590/S0103-65132009000200002.

BRASIL. Ministério da Educação. **Resolução nº 2, de 24 de abril de 2019**. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Brasília, DF: Conselho Nacional de Educação, 2019. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/resolucao-n-2-de-24-de-abril-de-2019-85344528>. Acesso em: 13 mar. 2026.

GONÇALVES, M. L. do A. *et al.* The relationship between project management and digital transformation: systematic literature review. **RAM. Revista de Administração Mackenzie**, São Paulo, v. 24, n. 4, p. eRAMR230075, 2023. DOI: 10.1590/1678-6971/eRAMR230075.en.

JORDÃO, R. V. D. *et al.* Fatores críticos na gestão de projetos: um estudo de caso numa grande empresa latino-americana de classe mundial. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 22, n. 2, p. 280-294, 2015. DOI: 10.1590/0104-530X1091-13.

LIMA, F. R.; GOMES, R. Conceitos e tecnologias da indústria 4.0: uma análise bibliométrica. **Revista Brasileira de Inovação**, Campinas, v. 19, p. e0200023, 2020. DOI: 10.20396/rbi.v19i0.8658766.

MARQUES JUNIOR, L. J.; PLONSKI, G. A. Gestão de projetos em empresas no Brasil: abordagem "tamanho único"?. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 18, n. 1, p. 1-12, 2011. DOI: 10.1590/S0104-530X2011000100001.

MARTINS, R. A.; COSTA NETO, P. L. de O. Indicadores de desempenho para a gestão pela qualidade total: uma proposta de sistematização. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 5, n. 3, p. 298-311, 1998. DOI: 10.1590/S0104-530X1998000300010.

MARTINS, V. W. B.; NEVES, R. M. das; MACÊDO, A. N. Análise do desenvolvimento de competências gerenciais na construção civil através do modelo da Aprendizagem Baseada em

Problemas adaptado ao contexto organizacional. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 14, n. 1, p. 155-175, jan./mar. 2014. DOI: 10.1590/S1678-86212014000100013.

MESQUITA, M.; ALLIPRANDINI, D. H. Competências essenciais para melhoria contínua da produção: estudo de caso em empresas da indústria de autopeças. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 10, n. 1, p. 17-33, abr. 2003. DOI: 10.1590/S0104-530X2003000100003.

PACHECO, D. A. de J. Teoria das Restrições, Lean Manufacturing e Seis Sigma: limites e possibilidades de integração. **Produção**, São Paulo, v. 24, n. 4, p. 940-956, 2014. DOI: 10.1590/S0103-65132014005000002.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **PMBOK® guide**. 8. ed. Newtown Square: Project Management Institute, 2025.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **The future of project work**: Pulse of the Profession 2024. Newtown Square: Project Management Institute, 2024. Disponível em: <https://www.pmi.org/learning/thought-leadership/future-of-project-work>. Acesso em: 13 mar. 2026.

RABECHINI JUNIOR, R. *et al.* A organização da atividade de gerenciamento de projetos: os nexos com competências e estrutura. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 18, n. 2, p. 409-424, 2011. DOI: 10.1590/S0104-530X2011000200014.

UNESCO. **Engineering for sustainable development**: delivering on the Sustainable Development Goals. Paris: UNESCO, 2021. Disponível em: <https://www.unesco.org/en/basic-sciences-engineering/report>. Acesso em: 13 mar. 2026.

ZARDO, P.; MUSSI, A. Q.; SILVA, J. L. da. Tecnologias digitais no processo de projeto contemporâneo: potencialidades e desafios à profissão e à academia. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 20, n. 2, p. 425-440, 2020. DOI: 10.1590/S1678-86212020000200407.