RCMOS – Revista Científica Multidisciplinar O Saber.
ISSN: 2675-9128. São Paulo-SP.

Ano VII, v.1 2026 | submissão: 25/08/2026 | aceito: 28/08/2026 | publicação: 31/08/2026

A influência do controle rigoroso de medições e da documentação técnica na viabilidade financeira de contratos de engenharia industrial

The influence of strict control of measurements and technical documentation on the financial viability of industrial engineering contracts

La influencia del control estricto de las mediciones y la documentación técnica en la viabilidad financiera de los contratos de ingeniería industrial

Isabela Antunes Amaral

RESUMO

Este artigo analisa como o controle de medições e a documentação técnica influenciam a gestão financeira de contratos de engenharia industrial de grande porte. Adota-se abordagem qualitativa, exploratório-descritiva, baseada em revisão narrativa de referências normativas, profissionais e acadêmicas de engenharia de custos, gerenciamento de projetos e administração contratual. A discussão é complementada por dois cenários técnico-contratuais compostos, formulados para comparar situações de controle estruturado e deficiente nos setores de siderurgia e mineração; esses cenários têm função analítica e não constituem evidência empírica de empreendimentos específicos. A análise sugere que a identificação e a formalização tempestivas de alterações, associadas a critérios de medição, registros auditáveis e alçadas de aprovação, podem reduzir assimetrias de informação e favorecer a previsibilidade financeira. Conclui-se que tecnologias de levantamento e documentação são recursos habilitadores, mas seus benefícios dependem de processos de governança contratual. Recomenda-se que estudos futuros testem essas relações com dados de contratos reais e indicadores quantitativos de custo, prazo, glosas e disputas.

Palavras-chave: Gestão físico-financeira. Medição de obras. Rastreabilidade contratual. Notas de alteração de projeto. Engenharia industrial.

ABSTRACT

This article analyzes how measurement control and technical documentation influence the financial management of large industrial engineering contracts. It adopts a qualitative, exploratory-descriptive approach based on a narrative review of normative, professional, and academic references on cost engineering, project management, and contract administration. The discussion is complemented by two composite contractual scenarios designed to compare structured and deficient control practices in the steel and mining sectors; these scenarios serve an analytical purpose and do not constitute empirical evidence from specific projects. The analysis suggests that timely identification and formalization of changes, combined with measurement criteria, auditable records, and defined approval authorities, may reduce information asymmetries and improve financial predictability. It concludes that surveying and documentation technologies are enabling resources whose benefits depend on contractual governance processes. Future studies should test these relationships using data from actual contracts and quantitative indicators of cost, schedule, disallowances, and disputes.

Keywords: Physical-financial management. Measurement of works. Contractual traceability. Change notes. Industrial engineering.

INTRODUÇÃO

A engenharia industrial de grande porte — em especial os empreendimentos vinculados à siderurgia e à mineração — caracteriza-se por contratos de elevada complexidade técnica,

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

Ano VII, v.1 2026 | submissão: 25/08/2026 | aceito: 28/08/2026 | publicação: 31/08/2026

prazos dilatados, múltiplos agentes intervenientes e volumes financeiros que, com frequência, ultrapassam centenas de milhões de reais. Nesse ambiente, a gestão físico-financeira deixa de ser mera rotina administrativa e assume papel estratégico, pois é ela que traduz, em bases objetivas e auditáveis, a correspondência entre o que foi contratado, o que foi efetivamente executado e o que foi pago. Quando essa correspondência se rompe — por falhas de medição, por ausência de rastreabilidade documental ou por tratamento inadequado de serviços não previstos no escopo original —, o contrato perde equilíbrio econômico-financeiro e as partes passam a disputar, muitas vezes de forma judicializada, valores que poderiam ter sido geridos preventivamente.

O presente artigo parte da premissa de que o controle rigoroso de medições, associado a uma documentação técnica estruturada, constitui variável determinante para a viabilidade financeira de contratos de engenharia industrial. Entende-se por controle de medições o conjunto de procedimentos técnicos destinados a quantificar, com precisão, os serviços executados em campo, confrontando-os com os quantitativos contratuais, os projetos executivos e os boletins de acompanhamento físico. Entende-se por documentação técnica o arcabouço de registros — diários de obra, relatórios fotográficos, laudos, memórias de cálculo, boletins de medição e notas de alteração de projeto (NAPs) — que confere rastreabilidade e força probatória às ocorrências contratuais.

A escolha do tema justifica-se por três ordens de razão. Em primeiro lugar, alterações de escopo, retrabalho e decisões tardias podem afetar custos e produtividade, embora a magnitude desses efeitos varie conforme o tipo de projeto e o método de mensuração adotado (LOVE, 2002; IBBS, 2005). Em segundo lugar, contratos de engenharia dependem de regras claras para medição, alterações e reivindicações; condições contratuais padronizadas, como as da FIDIC, formalizam procedimentos específicos para essas ocorrências (FIDIC, 2017). Em terceiro lugar, siderurgia e mineração combinam alta intensidade de capital, integração multidisciplinar e frequentes intervenções brownfield, contexto no qual a qualidade dos registros e do controle de mudanças se torna especialmente relevante.

O objetivo geral deste trabalho é analisar, sob abordagem histórica e evolutiva, como o levantamento preciso de quantidades, o mapeamento de serviços fora do escopo contratual e a elaboração estruturada de notas de alteração de projeto contribuem para a redução de perdas financeiras e para a manutenção do equilíbrio econômico-financeiro em contratos de engenharia industrial. Como objetivos específicos, busca-se: (i) reconstituir a trajetória histórica dos métodos de medição e controle físico-financeiro de obras, desde os primeiros registros de

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

Ano VII, v.1 2026 | submissão: 25/08/2026 | aceito: 28/08/2026 | publicação: 31/08/2026

administração de obras públicas até os sistemas informatizados de gestão contratual contemporâneos; (ii) sistematizar os fundamentos técnicos do levantamento de quantidades e sua relação com a curva de agregação de valor; (iii) caracterizar o processo de identificação, classificação e formalização de serviços extracontratuais; (iv) descrever a estrutura documental e o fluxo de governança recomendados para a elaboração de notas de alteração de projeto; e (v) discutir, por meio de estudos de caso ilustrativos nos setores de siderurgia e mineração, os impactos financeiros observáveis quando esses processos são — ou deixam de ser — adequadamente implementados.

Metodologicamente, o artigo desenvolve uma revisão narrativa, de caráter exploratório-descritivo, apoiada em referências normativas, profissionais e acadêmicas selecionadas por sua pertinência aos três eixos da análise: medição, gestão de alterações e rastreabilidade documental. A literatura é examinada por comparação temática, e não por síntese estatística. Dois cenários técnico-contratuais compostos são utilizados exclusivamente como recurso analítico para demonstrar possíveis mecanismos e consequências; não representam empreendimentos identificáveis nem substituem dados empíricos.

O artigo está estruturado em nove seções, incluindo esta introdução. A segunda seção apresenta o referencial teórico, com ênfase na evolução histórica da gestão físico-financeira de obras. A terceira seção detalha o percurso metodológico. As seções quatro, cinco e seis desenvolvem, respectivamente, os fundamentos técnicos do levantamento de quantidades, o mapeamento de serviços fora do escopo e a estruturação de notas de alteração de projeto. A sétima seção apresenta os estudos de caso na siderurgia e na mineração. A oitava seção discute os resultados de forma integrada e a nona seção traz as considerações finais.

REFERENCIAL TEÓRICO: EVOLUÇÃO HISTÓRICA DA GESTÃO FÍSICO-FINANCEIRA EM PROJETOS DE ENGENHARIA

Das obras públicas artesanais à administração científica

A mensuração do trabalho executado é elemento tradicional da administração de obras, mas sua incorporação a sistemas integrados de planejamento e controle ganhou maior formalização com o desenvolvimento da administração científica e, posteriormente, da engenharia de custos. No contexto contemporâneo, a engenharia de custos abrange estimativa, planejamento, medição de desempenho, controle de custos e gestão de mudanças ao longo do ciclo de vida do empreendimento (AACE INTERNATIONAL, 2015; AACE INTERNATIONAL, 2022).

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

Ano VII, v.1 2026 | submissão: 25/08/2026 | aceito: 28/08/2026 | publicação: 31/08/2026

A decomposição do trabalho em unidades mensuráveis fornece base para estruturas analíticas, critérios de aceitação e modalidades de remuneração vinculadas a quantidades executadas. Em contratos por preço unitário, essa lógica exige unidades, métodos de aferição e documentos de suporte previamente definidos; sem tais elementos, a correspondência entre execução física e pagamento fica sujeita a interpretações divergentes (LIMMER, 2019; MATTOS, 2019).

A consolidação da engenharia de custos no século XX

A engenharia de custos consolidou-se como campo dedicado à estimativa, ao planejamento e ao controle do desempenho de empreendimentos. O Total Cost Management Framework organiza essas práticas de maneira integrada ao longo do ciclo de vida, enquanto o gerenciamento do valor agregado relaciona escopo, prazo e custo para avaliar desempenho e projeções (AACE INTERNATIONAL, 2015; PMI,
2021).

No plano contratual, condições padronizadas da FIDIC estabelecem mecanismos para medição, variações, reivindicações e prevenção ou resolução de controvérsias. A edição de 2017 do Red Book, aplicável a obras projetadas pelo contratante, explicita procedimentos e responsabilidades que ajudam a estruturar o tratamento formal das mudanças (FIDIC, 2017).

A trajetória brasileira: da administração direta aos grandes EPCs

No Brasil, o planejamento, a orçamentação e o controle de obras foram progressivamente sistematizados por literatura técnica, normas e práticas organizacionais. A qualidade desses processos depende não apenas dos instrumentos utilizados, mas também da maturidade do projeto, da definição contratual dos critérios de medição e da integração entre planejamento, orçamento e fiscalização (LIMMER, 2019; MATTOS, 2019).

A evolução normativa e contratual ampliou a necessidade de critérios documentados, responsabilidades definidas e registros verificáveis. Diretrizes contemporâneas de gerenciamento de projetos também destacam governança, adaptação ao contexto e integração dos processos de controle, sem prescrever um único método aplicável a todos os empreendimentos (ISSO, 2020; PMI, 2021).

A adoção de planilhas eletrônicas, sistemas integrados, repositórios digitais e modelos BIM ampliou a capacidade de organizar dados e relacionar informações de projeto, execução e custo. Entretanto, a tecnologia não elimina erros de entrada, divergências de critérios ou falhas de aprovação; sua contribuição depende de processos consistentes, responsabilidades claras e controle de versões (AACE INTERNATIONAL, 2015; ISSO, 2020).

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

RCMOS – Revista Científica Multidisciplinar O Saber.
ISSN: 2675-9128. São Paulo-SP.

Ano VII, v.1 2026 | submissão: 25/08/2026 | aceito: 28/08/2026 | publicação: 31/08/2026

A emergência da rastreabilidade contratual como disciplina de gestão

Neste artigo, rastreabilidade contratual é empregada como a capacidade de reconstituir, de forma verificável, a cadeia de eventos, decisões, aprovações e registros que fundamenta medições, pagamentos e alterações. O conceito aproxima práticas de gestão da informação, controle de custos, gestão de mudanças e governança de projetos (AACE INTERNATIONAL, 2015; PMI, 2021).

Em contratos de engenharia industrial, a rastreabilidade contratual manifesta-se, na prática, em três frentes complementares: (i) a rastreabilidade física, que assegura a correspondência entre o serviço medido e o serviço efetivamente executado em campo, verificável por meio de relatórios fotográficos, laudos e inspeções; (ii) a rastreabilidade documental, que assegura que cada medição, cada variação de escopo e cada pagamento estejam lastreados em documentos formais, assinados pelas partes competentes; e (iii) a rastreabilidade financeira, que assegura a correspondência entre os valores medidos, os valores faturados e os valores efetivamente pagos, permitindo a reconciliação contábil e contratual a qualquer tempo. A ausência de qualquer dessas três frentes fragiliza o equilíbrio econômico-financeiro do contrato e amplia a exposição das partes a litígios.

É nesse contexto histórico e conceitual que se inserem os três eixos centrais deste artigo — o levantamento preciso de quantidades, o mapeamento de serviços fora do escopo e a estruturação de notas de alteração de projeto —, os quais serão desenvolvidos nas seções subsequentes como manifestações práticas e interdependentes de uma gestão físico-financeira madura.

METODOLOGIA

Este estudo adota abordagem qualitativa, exploratória e descritiva. Seu objetivo não é estimar estatisticamente a magnitude dos impactos financeiros, mas identificar mecanismos pelos quais medição, documentação e gestão de alterações podem influenciar a previsibilidade e o equilíbrio financeiro de contratos de engenharia industrial.

O procedimento principal é uma revisão narrativa e documental. Foram priorizadas: (i) referências institucionais de engenharia de custos e gerenciamento de projetos, especialmente AACE International, PMI e ISO; (ii) condições contratuais da FIDIC relacionadas a medição, variações e reivindicações; (iii) literatura técnica brasileira sobre planejamento, orçamento e controle de obras; e (iv) artigos acadêmicos que examinam os efeitos de mudanças e retrabalho

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

Ano VII, v.1 2026 | submissão: 25/08/2026 | aceito: 28/08/2026 | publicação: 31/08/2026

em custos e produtividade. A seleção foi intencional, orientada por pertinência temática e autoridade da fonte. Por não se tratar de revisão sistemática, o estudo não pretende exaustividade nem permite inferências bibliométricas.

Como recurso de aplicação, foram formulados dois cenários técnico-contratuais compostos: um de expansão siderúrgica e outro de infraestrutura de mineração. Eles reúnem ocorrências plausíveis descritas na literatura e na prática profissional — alterações de fundação, divergências topográficas e serviços adicionais — e são utilizados para comparar consequências possíveis de controles estruturados e deficientes. Não foram realizadas entrevistas, coleta de documentos sigilosos ou análise de contratos identificáveis; por isso, os cenários não são apresentados como estudos de caso empíricos.

A análise foi organizada em três categorias: (a) qualidade e verificabilidade da medição; (b) identificação e classificação de serviços fora do escopo; e (c) formalização e aprovação de alterações. Em cada categoria, confrontaram-se as recomendações das fontes consultadas com os mecanismos representados nos cenários. As conclusões devem ser interpretadas como proposições analíticas fundamentadas na literatura, sujeitas a validação futura com dados de contratos reais.

LEVANTAMENTO DE QUANTIDADES E MEDIÇÕES: FUNDAMENTOS TÉCNICOS

O levantamento de quantidades como base do equilíbrio contratual

O levantamento de quantidades constitui o processo técnico pelo qual se determina, com base em projetos, especificações e registros de campo, o volume de serviços a serem executados — na fase de orçamentação — ou já executados — na fase de medição periódica. Em contratos de engenharia industrial de grande porte, esse processo assume caráter estruturante, pois é a partir dele que se derivam tanto o preço contratual inicial, nos contratos por preço unitário, quanto o cronograma físico-financeiro de desembolsos, nos contratos por preço global ou por metas. Essa integração entre escopo, prazo e custo é compatível com as práticas de controle descritas pela AACE International e pelo PMI (AACE INTERNATIONAL, 2015; PMI, 2021).

A precisão do levantamento de quantidades impacta diretamente o equilíbrio econômico-financeiro do contrato por, ao menos, três mecanismos. Primeiro, quantitativos subestimados na fase de orçamentação tendem a gerar, ao longo da execução, sucessivos aditivos contratuais para cobertura de quantidades excedentes, fragilizando o planejamento financeiro do

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

Ano VII, v.1 2026 | submissão: 25/08/2026 | aceito: 28/08/2026 | publicação: 31/08/2026

contratante e, não raro, criando espaço para negociações assimétricas em momento de menor poder de barganha. Segundo, quantitativos superestimados podem inflar artificialmente o valor contratual, gerando ineficiência alocativa de recursos e, em contratos públicos ou sujeitos a auditoria, expondo as partes a questionamentos de conformidade. Terceiro, e mais relevante para os fins deste artigo, medições periódicas imprecisas — por excesso ou por falta — geram, ao longo da execução, distorções cumulativas entre o físico executado e o financeiro desembolsado, cujos efeitos tendem a se manifestar de forma concentrada e conflituosa nas fases finais do contrato, quando o espaço de negociação é menor e a pressão por conclusão é maior.

Critérios de medição e boletins de medição

A prática consolidada de engenharia de custos recomenda que os critérios de medição sejam definidos de forma exaustiva e inequívoca já no instrumento contratual, especificando, para cada item ou grupo de serviços, a unidade de medida, o método de aferição em campo, a documentação de suporte exigida e os eventos que caracterizam a conclusão parcial ou total do item. A ausência dessa definição prévia — frequentemente observada em contratos elaborados sob pressão de cronograma ou a partir de projetos básicos pouco desenvolvidos — é uma das causas mais recorrentes de divergência entre contratante e contratada durante a execução, pois permite interpretações distintas sobre o que efetivamente caracteriza a execução de um serviço. A clareza desses critérios também reduz ambiguidades no tratamento de variações e reivindicações (FIDIC, 2017).

O boletim de medição constitui o instrumento operacional pelo qual essa aferição periódica é formalizada. Em contratos industriais de grande porte, os boletins de medição usualmente compreendem: identificação do período de referência; relação de itens contratuais, com quantidades acumuladas e quantidades do período; referência aos documentos de suporte — relatórios fotográficos georreferenciados, laudos de inspeção, diários de obra, certificados de ensaios de materiais, quando aplicável; e assinatura conjunta de representantes técnicos da contratante e da contratada, atestando a conformidade do quantitativo apurado. A robustez desse instrumento é diretamente proporcional à sua capacidade de sustentar, em eventual disputa técnica ou arbitral, a legitimidade dos valores medidos e pagos.

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

RCMOS – Revista Científica Multidisciplinar O Saber.
ISSN: 2675-9128. São Paulo-SP.

Ano VII, v.1 2026 | submissão: 25/08/2026 | aceito: 28/08/2026 | publicação: 31/08/2026

Curva de agregação de valor e priorização de itens críticos

Em empreendimentos de grande porte, a heterogeneidade dos itens contratuais — que podem somar centenas ou milhares de linhas orçamentárias — recomenda a aplicação de técnicas de priorização que concentrem o esforço de controle nos itens de maior relevância financeira. A curva de agregação de valor, análoga à clássica curva ABC de gestão de estoques, classifica os itens contratuais segundo sua participação no valor total do contrato, permitindo identificar o reduzido conjunto de itens — tipicamente responsável pela maior parcela do valor contratual — que deve receber acompanhamento de medição mais intensivo, incluindo verificações cruzadas, dupla conferência técnica e auditoria periódica, ao passo que itens de menor relevância financeira podem ser submetidos a controles proporcionalmente mais simplificados, sem comprometimento relevante da robustez financeira global do contrato.

Essa lógica de priorização é particularmente relevante em contratos de siderurgia e mineração, nos quais itens de fundação, estruturas metálicas de grande porte, equipamentos eletromecânicos críticos e sistemas de automação industrial concentram, tipicamente, parcela expressiva do valor contratual, ao passo que serviços acessórios de menor complexidade técnica, embora numerosos, respondem por fração residual do montante financeiro total.

Discrepâncias entre o projetado e o executado: causas e mitigação

A literatura de engenharia de custos identifica múltiplas causas para discrepâncias entre quantidades projetadas e quantidades efetivamente executadas em obras industriais, entre as quais se destacam: alterações de projeto executivo posteriores à contratação, decorrentes de aprimoramentos técnicos ou de exigências de fornecedores de equipamentos; condições de subsolo ou de infraestrutura existente diversas das previstas em projeto básico, especialmente relevantes em intervenções brownfield sobre plantas industriais em operação; erros ou imprecisões no levantamento topográfico ou cadastral original; e, por fim, práticas inadequadas de medição em campo, incluindo dupla contagem de serviços, medição de itens não concluídos e ausência de conferência cruzada entre equipes de fiscalização e de execução. Estudos empíricos indicam que mudanças e retrabalho podem afetar o crescimento de custos e a produtividade, mas os resultados dependem do contexto, do momento da mudança e do método de cálculo (LOVE, 2002; IBBS, 2005).

A mitigação dessas discrepâncias depende da combinação de instrumentos técnicos e de governança: atualização tempestiva do projeto executivo e do orçamento de referência sempre

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

RCMOS – Revista Científica Multidisciplinar O Saber.
ISSN: 2675-9128. São Paulo-SP.

Ano VII, v.1 2026 | submissão: 25/08/2026 | aceito: 28/08/2026 | publicação: 31/08/2026

que ocorrerem alterações relevantes; adoção de tecnologias de levantamento topográfico e de captura de dados de campo — como estações totais, escaneamento a laser tridimensional e, mais recentemente, fotogrametria por veículos aéreos não tripulados — que reduzem a subjetividade da aferição manual; e, sobretudo, a integração entre o processo de medição e o processo de gestão de alterações contratuais, tema desenvolvido na seção 6 deste artigo, de modo que toda discrepância relevante entre projetado e executado seja tempestivamente identificada, tecnicamente justificada e formalmente registrada, evitando-se o acúmulo silencioso de passivos financeiros não reconhecidos.

MAPEAMENTO DE SERVIÇOS FORA DO ESCOPO CONTRATUAL

Conceituação e relevância contratual

Denominam-se serviços fora do escopo — ou serviços extracontratuais — aqueles cuja execução se revela necessária ao longo do empreendimento, mas que não constavam, de forma expressa ou implícita, do objeto originalmente contratado, tampouco de seus quantitativos e especificações de referência. Em contratos de engenharia industrial de grande porte, a ocorrência de serviços fora do escopo não constitui anomalia, mas sim evento estatisticamente esperado, dada a complexidade técnica dos empreendimentos, a frequente maturidade incompleta dos projetos básicos na fase de contratação e a imprevisibilidade inerente a intervenções em ambientes industriais operacionais.

A relevância contratual do adequado mapeamento desses serviços decorre de sua natureza jurídico-financeira distinta: enquanto os serviços contratuais originais têm seu preço e suas condições de execução previamente pactuados, os serviços extracontratuais demandam, para sua execução legítima e seu pagamento regular, processo específico de identificação, justificativa técnica, precificação e formalização — tipicamente por meio de notas de alteração de projeto, aditivos contratuais ou instrumentos correlatos. A execução de serviços fora do escopo sem esse processo prévio — prática, lamentavelmente, não incomum sob pressão de cronograma — gera passivos financeiros não reconhecidos formalmente, cuja regularização tardia costuma ocorrer em condições de negociação desfavoráveis para uma ou ambas as partes, além de aumentar sensivelmente o risco de litígio.

Tipologia de serviços fora do escopo em empreendimentos industriais

A prática de siderurgia e mineração permite identificar tipologias recorrentes de serviços fora

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

Ano VII, v.1 2026 | submissão: 25/08/2026 | aceito: 28/08/2026 | publicação: 31/08/2026

do escopo. Em primeiro lugar, alterações de escopo por evolução de engenharia, decorrentes do detalhamento progressivo do projeto executivo, comum em contratos cuja engenharia é desenvolvida de forma concorrente à execução (fast-track). Em segundo lugar, serviços decorrentes de condições físicas imprevistas, como interferências subterrâneas não mapeadas, capacidade de solo divergente da prevista em sondagens originais ou interferências com instalações industriais existentes em intervenções brownfield. Em terceiro lugar, serviços decorrentes de alterações de escopo solicitadas pelo contratante, motivadas por mudanças estratégicas, operacionais ou regulatórias supervenientes à contratação. Em quarto lugar, serviços decorrentes de não conformidades ou retrabalhos, cuja origem — se atribuível à contratada ou a fatores externos — deve ser tecnicamente apurada antes de qualquer tratamento financeiro, já que retrabalhos imputáveis à própria contratada não configuram, como regra, serviço extracontratual remunerável.

Essa distinção quanto à origem do serviço fora do escopo é tecnicamente relevante, pois determina o regime de responsabilidade pelo custo adicional: serviços decorrentes de condições imprevistas objetivamente comprovadas ou de solicitações do contratante tendem a ensejar direito ao reequilíbrio econômico-financeiro em favor da contratada; já serviços decorrentes de falhas de execução imputáveis à contratada, ainda que gerem trabalho adicional mensurável, não configuram, via de regra, base legítima para pleito de reequilíbrio.

Metodologia de identificação e rastreabilidade de serviços extracontratuais

A identificação tempestiva de serviços fora do escopo depende da estruturação de um processo contínuo de monitoramento de campo, que integre as equipes de execução, fiscalização e engenharia de custos. Recomenda-se, como prática consolidada, a adoção de um fluxo estruturado composto por quatro etapas sucessivas: (i) identificação de campo, momento em que a equipe técnica constata divergência entre o serviço demandado e o escopo contratual de referência, registrando a ocorrência em relatório específico, com evidências fotográficas e georreferenciamento, tão logo identificada, e nunca posteriormente à execução do serviço; (ii) qualificação técnica preliminar, na qual engenheiros de ambas as partes analisam a natureza da divergência, sua origem e sua eventual enquadrabilidade como serviço extracontratual; (iii) precificação, mediante aplicação dos critérios contratuais de formação de preços para serviços novos, tipicamente ancorados em tabelas de referência de mercado, em composições de custo unitário do próprio contrato ou em cotações específicas, conforme disciplina contratual; e (iv) formalização, por meio da nota de alteração de projeto, cujo conteúdo e estrutura são detalhados

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

Ano VII, v.1 2026 | submissão: 25/08/2026 | aceito: 28/08/2026 | publicação: 31/08/2026

na seção 6. O fluxo proposto é coerente com princípios de controle de mudanças e gestão integrada de custos (AACE INTERNATIONAL, 2015; PMI, 2021).

A rastreabilidade desse processo é assegurada pela manutenção de um registro centralizado e cronologicamente ordenado de todas as ocorrências identificadas, independentemente de seu estágio de tratamento — identificadas, em análise, precificadas, aprovadas ou rejeitadas —, de modo que, a qualquer momento, seja possível reconstituir o status de cada divergência de escopo e seu eventual impacto financeiro acumulado no contrato. A ausência desse registro centralizado é uma das causas mais frequentes de dispersão de informação entre equipes de campo e equipes contratuais, gerando o fenômeno conhecido na prática de engenharia como acúmulo de passivo oculto de escopo, isto é, um conjunto de serviços já executados, porém ainda não reconhecidos nem precificados formalmente, cujo somatório, quando finalmente apurado, frequentemente surpreende as partes pela magnitude financeira.

A prevenção desse acúmulo depende, ainda, da definição contratual de prazos peremptórios para a comunicação de ocorrências de campo passíveis de caracterização como serviço extracontratual, de modo a evitar que divergências identificadas tardiamente — por vezes apenas na fase de fechamento contratual — sejam tratadas em condições de negociação desequilibradas e sob elevado risco de questionamento quanto à sua efetiva ocorrência e extensão.

NOTAS DE ALTERAÇÃO DE PROJETO (NAPs): ESTRUTURAÇÃO E GOVERNANÇA

Conceito e função contratual das notas de alteração de projeto

A nota de alteração de projeto, usualmente designada pela sigla NAP na prática de engenharia industrial brasileira — e correspondente, em contratos internacionais, aos instrumentos denominados variation order, change order ou change notice —, constitui o documento técnico-contratual por meio do qual se formaliza uma alteração de escopo, quantidade, especificação técnica, prazo ou preço em relação ao contrato originalmente pactuado. A NAP cumpre, simultaneamente, três funções: função técnica, ao descrever com precisão a natureza da alteração; função probatória, ao constituir evidência documental da ocorrência e de sua justificativa; e função contratual, ao formalizar o acordo de vontades entre as partes quanto às condições de execução e de remuneração da alteração. A terminologia específica varia entre organizações; em contratos internacionais, devem prevalecer as definições e os procedimentos

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

Ano VII, v.1 2026 | submissão: 25/08/2026 | aceito: 28/08/2026 | publicação: 31/08/2026

do instrumento contratual aplicável (FIDIC, 2017).

A relevância da NAP como instrumento de governança contratual decorre de sua posição intermediária entre a constatação técnica de uma divergência de escopo — tratada na seção anterior — e sua efetiva incorporação ao contrato, seja por meio de aditivo contratual formal, seja por meio de reconhecimento financeiro em medições subsequentes, conforme a disciplina adotada em cada instrumento contratual. Contratos de engenharia industrial bem estruturados definem, de forma expressa, o rito processual da NAP, incluindo prazos, alçadas de aprovação e efeitos suspensivos ou não sobre a execução do serviço objeto da alteração.

Estrutura documental recomendada

A prática consolidada de engenharia de custos recomenda que a NAP contemple, no mínimo, os seguintes elementos estruturais: (i) identificação e numeração sequencial, vinculada a um sistema de controle único, de modo a permitir rastreabilidade absoluta ao longo de todo o ciclo de vida do contrato; (ii) descrição técnica da alteração, com indicação precisa do serviço, sua localização, suas especificações e sua relação com o escopo contratual original; (iii) justificativa técnica e contratual, explicitando a causa da alteração — evolução de engenharia, condição imprevista, solicitação do contratante ou não conformidade — e sua fundamentação nas cláusulas contratuais aplicáveis; (iv) memória de cálculo de quantidades, com o detalhamento do levantamento que fundamenta os quantitativos objeto da alteração; (v) composição de preços, com a memória de formação do valor unitário e total da alteração, referenciada aos critérios contratuais de precificação; (vi) impacto de prazo, quando aplicável, com a análise de eventual repercussão sobre o cronograma contratual e sobre o caminho crítico do empreendimento; (vii) documentação de suporte anexa, incluindo registros fotográficos, desenhos, laudos e demais evidências técnicas pertinentes; e (viii) campo de aprovação formal, com identificação e assinatura dos representantes técnicos e contratuais de ambas as partes, nos níveis de alçada definidos contratualmente.

A padronização dessa estrutura documental — preferencialmente suportada por sistemas eletrônicos de gestão de documentos técnicos, que atribuam numeração automática, mantenham histórico de versões e vinculem cada NAP aos respectivos boletins de medição e aditivos contratuais — reduz significativamente a probabilidade de inconsistências, retrabalho administrativo e perda de rastreabilidade ao longo de contratos que podem se estender por vários anos e envolver dezenas ou centenas de notas de alteração.

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

Ano VII, v.1 2026 | submissão: 25/08/2026 | aceito: 28/08/2026 | publicação: 31/08/2026

Fluxo de governança e alçadas de aprovação

A governança do processo de aprovação de NAPs constitui elemento crítico para o equilíbrio entre agilidade operacional e controle financeiro. Contratos de grande porte tipicamente estabelecem alçadas escalonadas de aprovação, vinculadas ao valor financeiro estimado da alteração: alterações de baixo valor podem ser aprovadas diretamente pela fiscalização de campo e pela gerência de contrato da contratada; alterações de valor intermediário demandam aprovação de níveis gerenciais superiores, com eventual parecer de engenharia de custos; e alterações de alto valor financeiro ou com repercussão relevante sobre prazo contratual costumam exigir aprovação de comitês técnicos ou de diretoria, muitas vezes com formalização adicional por meio de aditivo contratual específico.

Um segundo eixo relevante de governança diz respeito ao momento de aprovação em relação à execução do serviço. A prática recomendada — nem sempre observada na realidade operacional dos canteiros de obras — é a de que a NAP seja aprovada previamente à execução do serviço objeto da alteração, de modo a eliminar qualquer dúvida quanto à sua legitimidade contratual. Quando razões de urgência técnica ou operacional impõem a execução do serviço antes da conclusão do rito formal de aprovação — situação frequente em plantas industriais em operação, nas quais a paralisação de determinadas frentes pode gerar prejuízos operacionais superiores ao risco contratual da alteração —, recomenda-se a adoção de notificação prévia formal de execução sob análise, que preserve o direito ao reconhecimento financeiro futuro sem comprometer a continuidade operacional do empreendimento.

Impactos financeiros e prevenção de disputas

Mudanças e retrabalho podem produzir impactos sobre custo e produtividade, especialmente quando sua identificação e negociação ocorrem tardiamente. Love (2002), ao analisar projetos de construção, relacionou o retrabalho ao crescimento de custos; Ibbs (2005), com dados de 162 projetos, demonstrou que o momento da mudança influencia a produtividade do trabalho. Esses achados não autorizam uma taxa universal de impacto, mas sustentam a necessidade de registrar, avaliar e formalizar alterações de maneira contemporânea aos fatos.

Em contraposição, a adoção de um processo estruturado e tempestivo de elaboração e aprovação de NAPs — integrado ao processo de medição descrito na seção 4 e ao processo de mapeamento de serviços fora do escopo descrito na seção 5 — produz efeitos financeiros e contratuais favoráveis observáveis na prática: redução do volume de pleitos tardios e de sua magnitude

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

Ano VII, v.1 2026 | submissão: 25/08/2026 | aceito: 28/08/2026 | publicação: 31/08/2026

financeira individual; maior previsibilidade do custo final do empreendimento para o contratante; preservação da margem de contribuição da contratada, ao assegurar reconhecimento tempestivo de custos adicionais legítimos; e redução da probabilidade de judicialização ou arbitragem de controvérsias contratuais, na medida em que a documentação contemporânea aos fatos reduz substancialmente a assimetria probatória entre as partes.

CENÁRIOS TÉCNICO-CONTRATUAIS ILUSTRATIVOS: SIDERURGIA E MINERAÇÃO

Esta seção apresenta dois cenários compostos, elaborados como recurso analítico. Eles não descrevem contratos reais nem geram evidência independente; sua finalidade é mostrar como os mecanismos discutidos nas seções anteriores podem se manifestar em situações plausíveis de siderurgia e mineração.

Cenário 1: expansão de unidade siderúrgica

O caso ilustrativo refere-se a um contrato típico de engenharia, suprimento e construção para expansão de capacidade produtiva de uma unidade siderúrgica integrada, compreendendo obras civis de fundação para novos equipamentos, montagem eletromecânica de linha de produção e integração com sistemas de automação da planta existente — configuração típica de intervenção brownfield, com a planta industrial mantida parcialmente em operação durante a execução das obras.

Na fase inicial do contrato, o projeto básico disponibilizado à contratada apresentava nível de maturidade inferior ao usualmente recomendado para contratos por preço unitário, com quantitativos de fundações estimados a partir de sondagens geotécnicas pontuais e não representativas da totalidade da área de intervenção. Durante a execução, a escavação das fundações revelou condições de subsolo divergentes das previstas, com presença de material de baixa capacidade de suporte em extensão superior à mapeada originalmente, demandando fundações profundas em áreas inicialmente projetadas para fundações diretas — típico exemplo de serviço fora do escopo por condição física imprevista.

No cenário de controle rigoroso reconstituído neste estudo, a equipe de fiscalização identificou a divergência já na primeira frente de escavação afetada, formalizando de imediato relatório técnico de campo, com registro fotográfico e croqui de localização. A qualificação técnica

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

Ano VII, v.1 2026 | submissão: 25/08/2026 | aceito: 28/08/2026 | publicação: 31/08/2026

preliminar, conduzida em conjunto por engenheiros geotécnicos de ambas as partes, confirmou a natureza imprevista da condição, e a nota de alteração de projeto correspondente foi elaborada e submetida à aprovação em prazo inferior a dez dias úteis, com precificação ancorada na composição de custos unitários já constante do contrato original para fundações profundas, adaptada às quantidades levantadas. A aprovação, no âmbito da alçada gerencial definida contratualmente, permitiu a continuidade da execução sem interrupção relevante do cronograma e com reconhecimento financeiro tempestivo do custo adicional, da ordem de alguns pontos percentuais sobre o valor total do contrato — impacto administrado dentro da margem de contingência contratual, sem geração de disputa.

Em contraste, a reconstituição de um cenário alternativo de controle deficiente — baseado em padrões de falha recorrentemente relatados na literatura e na prática do setor para situações análogas — indica que a ausência de identificação tempestiva da divergência, associada à inexistência de registro estruturado das ocorrências de campo, tenderia a postergar o reconhecimento da alteração para a fase de fechamento contratual, momento em que a reconstituição das condições reais de subsolo já executadas depende fortemente de registros indiretos e de memória das equipes envolvidas, fragilizando a comprovação técnica e ampliando substancialmente o risco de glosa parcial do pleito pelo contratante, com potencial impacto direto sobre a margem financeira da contratada e elevada probabilidade de escalonamento da controvérsia para instâncias de resolução de disputas previstas contratualmente.

Cenário 2: infraestrutura para operação de mineração

O segundo caso ilustrativo refere-se a um contrato de implantação de infraestrutura de apoio a uma operação de mineração — compreendendo terraplenagem de grande volume, implantação de sistema de correias transportadoras de minério e obras de contenção geotécnica —, empreendimento caracterizado por volumes expressivos de movimentação de terra, cujo levantamento topográfico preciso é determinante para a apuração financeira do contrato, tipicamente estruturado sob regime de preço unitário para os itens de terraplenagem.

No cenário de controle rigoroso reconstituído, a contratante e a contratada adotaram, desde o início da execução, levantamento topográfico periódico por meio de tecnologia de escaneamento tridimensional e apoio de aerolevantamento por veículo aéreo não tripulado, permitindo a apuração de volumes de corte e aterro com elevado grau de precisão e a atualização

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

Ano VII, v.1 2026 | submissão: 25/08/2026 | aceito: 28/08/2026 | publicação: 31/08/2026

contínua da curva de agregação de valor do contrato. A adoção dessa tecnologia permitiu identificar, ainda na fase inicial da terraplenagem, divergência relevante entre os volumes de corte previstos em projeto e os volumes topograficamente apurados, decorrente de imprecisão do levantamento planialtimétrico original utilizado na orçamentação. A divergência foi tempestivamente comunicada, tecnicamente qualificada e formalizada por meio de nota de alteração de projeto específica, que ajustou os quantitativos contratuais de referência sem descaracterizar os preços unitários originalmente pactuados, preservando o equilíbrio econômico-financeiro do contrato para ambas as partes.

Adicionalmente, o mapeamento sistemático de serviços fora do escopo permitiu identificar, ao longo da execução, necessidade de obras de contenção geotécnica complementares em trecho não previsto no projeto original, motivada por instabilidade de talude constatada durante a movimentação de terra — evento tipicamente classificável como condição imprevista, e não como falha de execução —, tratada por meio de nota de alteração específica, com precificação baseada em cotação de mercado para o serviço adicional, dada sua natureza não constante das composições de preço unitário originais do contrato. O registro centralizado e cronológico das ocorrências permitiu, ao final do contrato, a reconciliação integral entre os valores medidos, os valores das notas de alteração aprovadas e os valores efetivamente pagos, sem pendências relevantes na fase de encerramento contratual.

A reconstituição de um cenário alternativo de controle deficiente para esse mesmo tipo de empreendimento — novamente baseada em padrões recorrentes descritos na literatura técnica do setor — indica que a ausência de levantamento topográfico tecnologicamente atualizado tenderia a manter a apuração de volumes baseada em métodos convencionais de menor precisão, ampliando a margem de erro na medição periódica e favorecendo divergências acumuladas entre o físico executado e o financeiro desembolsado ao longo da execução, cuja identificação tardia — tipicamente apenas na medição final ou no encerramento contratual — tenderia a gerar disputa sobre volumes de difícil comprovação retroativa, uma vez que a própria natureza do serviço de terraplenagem torna impossível a reconstituição física das condições originais de terreno após a execução.

Síntese comparativa dos cenários

A comparação dos cenários evidencia mecanismos convergentes, embora não permita generalização empírica. Em ambos, a divergência potencial decorre de incertezas técnicas —

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

Ano VII, v.1 2026 | submissão: 25/08/2026 | aceito: 28/08/2026 | publicação: 31/08/2026

maturidade insuficiente do projeto básico ou imprecisão do levantamento original — e seu tratamento depende da identificação, qualificação e formalização da ocorrência. O exercício indica que processos estruturados podem melhorar a disponibilidade de evidências e a capacidade de negociação, hipótese que deve ser testada em contratos reais.

Os cenários também sugerem que controles documentais e tecnologias de levantamento podem evitar retrabalho de análise e reduzir incertezas no encerramento contratual. Entretanto, o artigo não quantifica custos de implantação, economias obtidas ou disputas evitadas; portanto, não é possível afirmar, com base nesta pesquisa, que os benefícios sejam de determinada ordem de grandeza. A avaliação econômica deve considerar porte, complexidade, maturidade organizacional e exposição ao risco de cada contrato.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise integrada do referencial teórico e dos cenários analíticos permite consolidar três proposições centrais. O primeiro resultado diz respeito à natureza sistêmica e interdependente dos três eixos analisados neste artigo. O levantamento preciso de quantidades, o mapeamento de serviços fora do escopo e a elaboração estruturada de notas de alteração de projeto não constituem processos isolados, mas etapas sucessivas e interconectadas de um mesmo fluxo de gestão físico-financeira: a fragilidade em qualquer uma dessas etapas compromete a robustez das demais, ainda que as duas outras sejam individualmente bem executadas. Um levantamento de quantidades preciso, por exemplo, tem sua utilidade substancialmente reduzida se as divergências identificadas não forem tempestivamente mapeadas como serviços fora do escopo; e o mapeamento de serviços fora do escopo, por sua vez, produz efeito financeiro limitado se não for seguido de formalização estruturada por meio de notas de alteração de projeto tecnicamente consistentes.

A segunda proposição refere-se à dimensão temporal. A literatura sobre mudanças em projetos indica que o momento da identificação e do tratamento pode influenciar a produtividade e a capacidade de comprovação (IBBS, 2005). Registros contemporâneos aos fatos tendem a preservar evidências e reduzir assimetrias informacionais; já a formalização tardia dificulta a reconstituição técnica. A intensidade desse efeito, entretanto, deve ser medida em estudos empíricos específicos.

O terceiro resultado diz respeito ao papel da tecnologia como fator habilitador, mas não substitutivo, da governança contratual. A evolução histórica reconstituída na seção 2 evidencia

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

Ano VII, v.1 2026 | submissão: 25/08/2026 | aceito: 28/08/2026 | publicação: 31/08/2026

que a informatização progressiva dos processos de medição e documentação técnica — de planilhas eletrônicas a sistemas integrados de gestão contratual, passando por tecnologias de levantamento topográfico avançado — ampliou significativamente a capacidade técnica de precisão e rastreabilidade. Os cenários analíticos, em consonância com as referências consultadas, sugerem que essa capacidade técnica somente se converte em benefício financeiro efetivo quando associada a processos de governança bem definidos — critérios de medição claros, fluxos de aprovação com alçadas definidas, prazos peremptórios para comunicação de ocorrências —, de modo que a tecnologia deve ser compreendida como instrumento a serviço da governança contratual, e não como substituto desta.

Sob a perspectiva financeira, a literatura e os cenários permitem formular duas funções potenciais para o controle: uma função preventiva, ao facilitar a identificação precoce de divergências, e uma função probatória, ao preservar registros para negociação ou resolução de controvérsias. O presente estudo não mede a economia gerada por essas funções; sustenta apenas que elas oferecem mecanismos plausíveis para aumentar a previsibilidade e reduzir a incerteza contratual.

Os resultados devem ser interpretados à luz de três limitações. Primeiro, a revisão é narrativa e não exaustiva. Segundo, os cenários são construções analíticas, sem dados primários de contratos reais. Terceiro, não foram mensurados custos de implantação dos controles, valores recuperados, glosas, atrasos ou despesas de disputa. Estudos futuros podem empregar painéis de contratos, análise documental, entrevistas e indicadores comparáveis para testar as proposições aqui formuladas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo teve por objetivo analisar, sob abordagem histórica e evolutiva, a influência do controle rigoroso de medições e da documentação técnica sobre a viabilidade financeira de contratos de engenharia industrial, com ênfase nos setores de siderurgia e mineração. A reconstituição histórica evidenciou que a gestão físico-financeira de obras percorreu trajetória de progressiva sofisticação — da administração artesanal de obras públicas à consolidação da engenharia de custos como disciplina autônoma, e desta à emergência contemporânea da rastreabilidade contratual como campo específico de governança —, trajetória essa que, no Brasil, acompanhou de forma particular a expansão da indústria de base nacional ao longo das últimas décadas.

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

Ano VII, v.1 2026 | submissão: 25/08/2026 | aceito: 28/08/2026 | publicação: 31/08/2026

A análise dos três eixos — levantamento de quantidades, mapeamento de serviços fora do escopo e formalização de alterações — permitiu caracterizar sua interdependência. Os cenários compostos mostraram, em caráter exclusivamente ilustrativo, como falhas ou controles estruturados podem afetar a disponibilidade de evidências e a previsibilidade financeira; não constituem comprovação empírica da magnitude desses efeitos.

Conclui-se que o controle de medições e a documentação técnica devem ser considerados elementos relevantes da engenharia de custos e da governança contratual. A literatura consultada sustenta que mudanças, retrabalho e decisões tardias podem afetar custos e produtividade, enquanto processos integrados de gestão favorecem consistência e rastreabilidade (LOVE, 2002; IBBS, 2005; AACE INTERNATIONAL, 2015; PMI, 2021). Contudo, a efetividade e o retorno econômico desses controles dependem do contexto e precisam ser demonstrados com dados. Recomenda-se aprofundar a pesquisa por meio de contratos reais e indicadores de custo, prazo, glosas, tempo de aprovação de alterações e incidência de disputas.

REFERÊNCIAS

AACE INTERNATIONAL. Total Cost Management Framework: an integrated approach to portfolio, program, and project management. 1. ed. rev. Morgantown, WV: AACE International, 2015.

AACE INTERNATIONAL. Recommended Practice No. 10S-90: Cost Engineering Terminology. Morgantown, WV: AACE International, 2022.

FÉDÉRATION INTERNATIONALE DES INGÉNIEURS-CONSEILS (FIDIC). Conditions of Contract for Construction: for building and engineering works designed by the employer. 2. ed. Geneva: FIDIC, 2017. ISBN 978-2-88432-084-9.

IBBS, William. Impact of change's timing on labor productivity. Journal of Construction Engineering and Management, v. 131, n. 11, p. 1219-1223, 2005. DOI: 10.1061/(ASCE)0733-9364(2005)131:11(1219).

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). ISO 21502:2020: Project, programme and portfolio management — Guidance on project management. Geneva: ISO, 2020.

KERZNER, Harold. Gestão de projetos: as melhores práticas. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2017.

LIMMER, Carl Vicente. Planejamento, orçamentação e controle de projetos e obras. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2019.

LOVE, Peter E. D. Influence of project type and procurement method on rework costs in building construction projects. Journal of Construction Engineering and Management, v. 128, n. 1, p. 18-29, 2002. DOI: 10.1061/(ASCE)0733-9364(2002)128:1(18).

MATTOS, Aldo Dórea. Como preparar orçamentos de obras: dicas para orçamentistas, estudos de caso, exemplos. 2. ed. São Paulo: Pini, 2019.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE (PMI). A Guide to the Project Management Body of

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

Ano VII, v.1 2026 | submissão: 25/08/2026 | aceito: 28/08/2026 | publicação: 31/08/2026

Knowledge (PMBOK Guide). 7. ed. Newtown Square, PA: Project Management Institute, 2021.

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.