

Quanto deve custar um projeto de engenharia? Desenvolvimento de um modelo de precificação baseado em horas técnicas, custos operacionais, complexidade e responsabilidade profissional

How much should an engineering project cost? Development of a pricing model based on technical hours, operating costs, complexity, and professional responsibility

Marcos Antonio Müller Neto¹

Maicon Andersom de Souza²

RESUMO

A precificação de projetos de Engenharia Civil é frequentemente baseada em parâmetros sintéticos, como valor por metro quadrado, percentual do custo da obra ou comparação com concorrentes. Embora úteis como referências, esses critérios podem ocultar diferenças de escopo, produtividade, estrutura operacional, complexidade e exposição a riscos. Este artigo propõe um modelo rastreável para formar o preço de venda de serviços de projeto. A pesquisa é aplicada, exploratória, descritiva e propositiva, desenvolvida por revisão bibliográfica e documental de fontes de contabilidade de custos, gerenciamento de projetos, engenharia de custos, gestão de riscos e legislação profissional. O modelo decompõe o escopo em atividades, estima horas por categoria, calcula o custo da hora produtiva, incorpora custos diretos e reserva de riscos e converte a base de custos em preço mediante tributos sobre a receita e margem empresarial. Uma aplicação hipotética e uma análise de sensibilidade determinística e univariada demonstram o procedimento sem pretensão de representar valores de mercado. O resultado é uma memória de cálculo que reduz a dupla contagem e permite revisar o preço diante de mudanças de escopo, capacidade produtiva e risco. Conclui-se que a responsabilidade profissional não deve ser convertida, isoladamente, em multiplicador arbitrário, mas refletida em horas, senioridade, verificações, seguros, condições contratuais e reservas justificadas.

Palavras-chave: precificação; projetos de engenharia; horas técnicas; custos operacionais; gestão de riscos.

¹ Acadêmico do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Avantis – Uniavan.

² Professor orientador do Centro Universitário Avantis – Uniavan.

ABSTRACT

Civil engineering design services are often priced using synthetic parameters, such as price per square meter, a percentage of construction cost, or competitor comparison. Although useful as references, these criteria may conceal differences in scope, productivity, operating structure, complexity, and risk exposure. This article proposes a traceable model for determining the selling price of design services. The study is applied, exploratory, descriptive, and propositional, and is based on a bibliographic and documentary review of cost accounting, project management, cost engineering, risk management, and professional legislation. The model decomposes the scope into activities, estimates hours by professional category, calculates productive-hour cost, includes direct costs and a risk reserve, and converts the cost base into a selling price through revenue taxes and business margin. A hypothetical application and deterministic one-way sensitivity analysis demonstrate the procedure without claiming to represent market values. The resulting calculation record reduces double counting and allows price revision when scope, productive capacity, or risk changes. Professional responsibility should not be converted into an arbitrary multiplier; it should be reflected in hours, seniority, checks, insurance, contractual conditions, and justified reserves.

Keywords: pricing; engineering design; technical hours; operating costs; risk management.

1 INTRODUÇÃO

A elaboração de projetos é uma etapa estratégica da construção civil porque transforma requisitos funcionais, estruturais, legais, ambientais, econômicos e de segurança em soluções documentadas para orientar a execução. O serviço não se limita à produção de desenhos: inclui levantamento de dados, concepção, modelagem, cálculos, especificações, compatibilização, reuniões, verificações, revisões, emissão de documentos, apoio à aprovação e, quando contratado, suporte técnico durante a obra.

A formação dos honorários, entretanto, ainda recorre com frequência a parâmetros sintéticos, como preço por metro quadrado, percentual sobre o custo da obra ou comparação direta com propostas concorrentes. Esses parâmetros permitem estimativas rápidas, mas não demonstram, por si sós, o esforço necessário. Projetos de área semelhante podem apresentar diferentes níveis de definição, repetitividade, interferências, prazo, qualidade dos dados de entrada e exigência de coordenação. Na engenharia de custos, a maturidade das informações de escopo é reconhecida como variável determinante da qualidade de uma estimativa (AACE International, 2020).

A subestimação do preço reduz as horas disponíveis para análise, coordenação e controle de qualidade, enquanto a superestimação sem memória de cálculo dificulta a negociação e a comparação entre propostas. Em ambos os casos, a ausência de rastreabilidade impede que projetista e contratante compreendam como o valor foi formado. A contabilidade

de custos recomenda identificar os recursos consumidos e adotar critérios coerentes de apropriação, especialmente quando custos indiretos sustentam vários serviços simultaneamente (Martins, 2018).

A adequação da remuneração da etapa de projeto também possui relação com o desempenho global do empreendimento. Em amostra de 31 projetos rodoviários e de pontes, Gransberg, Lopez del Puerto e Humphrey (2007) observaram que a redução da taxa de projeto esteve associada ao aumento absoluto da variação entre a estimativa inicial e o custo final de construção, com relação mais intensa nos projetos de pontes. Embora o resultado seja restrito ao contexto analisado e não autorize a adoção de percentuais universais, ele sustenta a premissa de que a compressão de honorários pode limitar recursos destinados a detalhamento, verificação e controle, transferindo custos e incertezas para etapas posteriores.

Para serviços intensivos em conhecimento, uma base relevante é o custo da capacidade prática. O custeio baseado em tempo relaciona o custo dos recursos disponibilizados à capacidade efetivamente utilizável e ao tempo exigido pelas atividades, tornando visíveis tanto o custo produtivo quanto a capacidade ociosa (Kaplan; Anderson, 2004). Essa lógica é compatível com a decomposição do projeto em pacotes de trabalho e com a estimativa progressiva prevista nas práticas de gerenciamento de projetos (ISO, 2020; PMI, 2020).

No Brasil, a Lei nº 5.194/1966 disciplina o exercício profissional da engenharia, e a Lei nº 6.496/1977 determina o registro da Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) nos contratos relativos a obras e serviços de engenharia. A Resolução Confea nº 1.137/2023 regulamenta a ART e estabelece que ela define, para efeitos legais, os responsáveis técnicos. Esses instrumentos não estabelecem preço obrigatório, mas evidenciam que escopo, atribuições, autoria e responsabilidade precisam ser delimitados (Brasil, 1966b, 1977; Confea, 2023).

Diante desse contexto, o problema de pesquisa consiste na dificuldade de converter escopo, esforço técnico, capacidade produtiva, custos, riscos e condições comerciais em um preço rastreável, sem recorrer exclusivamente a parâmetros sintéticos. Formula-se, portanto, a seguinte questão: como estruturar um modelo transparente e aplicável para formar o preço de venda de projetos de Engenharia Civil considerando esforço técnico, capacidade produtiva, custos operacionais, riscos e condições comerciais? O objetivo geral é desenvolver e apresentar um modelo de formação do preço de venda de projetos de Engenharia Civil que produza memória de cálculo verificável. Como objetivos específicos, pretende-se: identificar os componentes econômicos do serviço; relacionar escopo e horas por categoria profissional; calcular o custo da capacidade prática; distinguir custos, riscos, tributos e margem;

estabelecer controles de incidência e dupla contagem; e demonstrar o procedimento em cenário hipotético.

O estudo tem caráter teórico-propositivo e bibliográfico. Não se pretende fixar honorários, definir percentuais universais, estimar preços de mercado ou substituir a livre negociação. A contribuição prática consiste em oferecer a profissionais e empresas uma estrutura auditável, atualizável e útil à negociação, na qual cada alteração de escopo ou premissa pode ser localizada. A contribuição acadêmica reside na integração, em uma mesma arquitetura conceitual, do TDABC, da contabilidade de custos, do gerenciamento de riscos, da literatura de precificação e dos condicionantes profissionais e legais da engenharia. Essa integração permite explicitar regras de transformação dos conceitos em variáveis e equações, além de formular uma base passível de validação empírica posterior, sem afirmar validade externa nesta etapa.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Escopo, maturidade das informações e estrutura analítica do trabalho

O escopo de um projeto de engenharia reúne produtos, requisitos, premissas, exclusões, interfaces e critérios de aceitação. Pode abranger estudos iniciais, anteprojeto, projeto legal, projeto básico, projeto executivo, detalhamento, compatibilização, apoio a aprovações e assistência técnica. Nas contratações públicas, a Lei nº 14.133/2021 diferencia anteprojeto, projeto básico e projeto executivo, demonstrando que o conteúdo técnico amadurece em etapas e que cada nível de definição exige entregáveis distintos (Brasil, 2021).

A qualidade da estimativa depende do grau de definição disponível. A classificação de estimativas da AACE relaciona a maturidade dos entregáveis às técnicas empregadas, à finalidade da estimativa e à incerteza esperada (AACE International, 2020). Assim, uma proposta elaborada com dados preliminares deve explicitar maior faixa de incerteza, premissas e condições para revisão do preço, enquanto um escopo consolidado permite decomposição mais detalhada.

A Estrutura Analítica do Trabalho (EAT) organiza o escopo em componentes controláveis. A ISO 21511:2018 apresenta conceitos e usos da EAT para projetos e programas, e a ISO 21502:2020 associa o planejamento do trabalho à gestão de recursos, riscos, mudanças e controle (ISO, 2018a, 2020). Para precificação, cada pacote deve ser convertido em atividades mensuráveis e associado a uma categoria profissional, uma

quantidade de horas e uma evidência de estimativa, como histórico, analogia ou julgamento especializado.

A proposta comercial deve indicar, no mínimo, entregáveis, dados de entrada, responsabilidades das partes, número de reuniões e revisões, formatos de arquivo, interfaces com outras disciplinas, prazos, critérios de aceitação, exclusões e tratamento de serviços adicionais. Sem essa delimitação, a comparação de preços perde validade, pois valores aparentemente semelhantes podem corresponder a conteúdos diferentes.

Pesquisas específicas sobre custos de serviços de arquitetura e engenharia também indicam que percentuais sintéticos têm capacidade explicativa limitada. Koo, Shin e Lee (2017) desenvolveram um modelo de custo acrescido para serviços BIM a partir de 54 projetos, decompondo horas por item de trabalho, fase de projeto, disciplina e nível de desenvolvimento.

Para serviços de pré-construção de pontes, Abdelaty, Shrestha e Jeong (2020) consideraram pouco confiável a simples aplicação de percentual sobre o custo da obra e propuseram raciocínio baseado em casos, no qual honorários e horas de projetos históricos semelhantes apoiam a nova estimativa. Esses resultados reforçam que área ou custo da obra podem servir como variáveis auxiliares, mas a composição precisa incorporar escopo, esforço e similaridade efetiva.

2.2 Horas técnicas, capacidade produtiva e custo da hora

Empresas de projeto utilizam recursos predominantemente humanos, apoiados por software, equipamentos, instalações e atividades administrativas. O custo de uma hora produtiva não deve ser calculado apenas pela divisão da remuneração mensal pelas horas contratuais, porque parte da capacidade é consumida por treinamento, administração, prospecção, reuniões internas, manutenção de sistemas, férias, ausências e ociosidade.

O custeio baseado em tempo propõe dividir o custo dos recursos fornecidos pela capacidade prática disponível e multiplicar essa taxa pelo tempo requerido pelas atividades. A capacidade prática deve ser estimada a partir de dados observados e revisada quando houver mudanças permanentes de custo, produtividade ou organização do trabalho (Kaplan; Anderson, 2004). Para cada categoria profissional j , adota-se:

$$CHP_j = (RP_j + ES_j + BI_j + CO_j) \div HP_j$$

Na expressão, CHP_j é o custo da hora produtiva da categoria j ; RP_j corresponde à remuneração do período; ES_j reúne encargos sociais e trabalhistas; BI_j representa

benefícios; CO é a parcela de custos operacionais atribuída à categoria; e HP indica as horas de capacidade prática no mesmo período. Para profissionais autônomos, RP deve representar a remuneração técnica pretendida, e os demais componentes devem refletir custos efetivamente suportados pelo prestador.

A adequação do TDABC aos serviços de engenharia decorre de duas características do objeto: a predominância de recursos humanos especializados e a possibilidade de decompor entregáveis em atividades cujo consumo de tempo pode ser observado. O método opera com dois parâmetros: a taxa de custo da capacidade, representada pelo CHP , e o tempo exigido pelas atividades, representado pelas HT . O denominador baseado em capacidade prática evita tratar horas administrativas, treinamento, ociosidade normal e indisponibilidades como se fossem faturáveis ou gratuitas. As equações de tempo podem ser refinadas à medida que a empresa acumula registros por disciplina, etapa, complexidade e perfil profissional (Kaplan; Anderson, 2004; Koo; Shin; Lee, 2017).

A Lei nº 4.950-A/1966 dispõe sobre remuneração mínima em relações de emprego ou função para profissionais diplomados, mas não constitui tabela de honorários para prestação autônoma. Seu uso no modelo limita-se, quando juridicamente aplicável, à composição do custo de pessoal empregado; o preço do serviço ainda depende de encargos, estrutura, capacidade produtiva, riscos, tributos e margem (Brasil, 1966a).

A estimativa das horas deve partir da EAT e incluir não apenas produção, mas também coordenação, reuniões, verificação independente, revisões contratadas, emissão e gestão documental. O PMI (2020) reconhece técnicas análogas, paramétricas e de baixo para cima; a escolha deve considerar a maturidade do escopo e a disponibilidade de dados históricos.

A base histórica deve registrar não apenas o total de horas, mas também as características que explicam seu consumo. Matel *et al.* (2022) demonstraram a viabilidade de empregar dados de projetos concluídos e variáveis de contexto na estimativa de custos de serviços de engenharia por meio de redes neurais. O potencial preditivo, entretanto, depende da qualidade e da representatividade dos registros. Para a aplicação proposta, isso significa vincular as horas à fase, disciplina, entregável, categoria profissional, número de revisões, nível de definição e ocorrências de retrabalho, formando gradualmente uma base comparável.

2.3 Custos diretos, custos operacionais e formação do preço

Custos diretos são atribuíveis de modo objetivo a um contrato, como levantamentos, deslocamentos, ensaios, impressões, taxas, viagens, contratação de especialistas e licenças adquiridas exclusivamente para o projeto. Custos operacionais ou indiretos sustentam vários

trabalhos: administração, contabilidade, aluguel, internet, energia, equipamentos, depreciação, armazenamento, seguros, marketing e licenças de uso geral. A apropriação deve utilizar direcionador coerente e documentado para reduzir arbitrariedade (Martins, 2018).

No modelo proposto, os custos operacionais recorrentes são preferencialmente incorporados ao custo da hora produtiva por rateio baseado na capacidade prática. Uma parcela operacional somente pode ser adicionada separadamente quando decorrer de condição específica do contrato e ainda não estiver contida no CHP. Essa regra evita que software, administração ou infraestrutura sejam cobrados simultaneamente na hora e em parcela adicional.

O SINAPI organiza composições, insumos, produtividade, encargos e custos da construção e, por isso, oferece referência conceitual para estruturação de custos. Entretanto, seus preços não representam tabela de honorários de projetos privados e não substituem a apuração interna do prestador (Caixa Econômica Federal, 2022).

A transformação do custo em preço exige distinguir parcelas incidentes sobre o custo daquelas incidentes sobre a receita. No estudo que fundamentou o Acórdão nº 2.622/2013-Plenário, o Tribunal de Contas da União separa administração central, riscos, seguros, garantias, despesas financeiras, remuneração e tributos, destacando que os tributos sobre faturamento figuram no denominador da fórmula de preço. Embora essa referência trate de obras públicas e não de honorários privados, a distinção das bases de incidência é metodologicamente útil (TCU, 2013).

Na literatura de precificação, custo, concorrência e valor para o cliente constituem bases informacionais distintas. Ingenbleek *et al.* (2003), ao examinarem decisões de preço em mercados industriais, concluíram que a eficácia de cada orientação depende das condições do produto e do ambiente competitivo, não existindo prática universalmente superior. No presente modelo, a composição por custos estabelece a condição econômica mínima e rastreável; a comparação com concorrentes e a avaliação do valor percebido atuam posteriormente como testes comerciais, sem ocultar o efeito de descontos ou reposicionamentos sobre a margem.

As três orientações respondem a perguntas diferentes. A precificação baseada em custos verifica a recuperação dos recursos e a sustentabilidade econômica interna; a baseada na concorrência posiciona a proposta diante de ofertas comparáveis; e a baseada em valor considera benefícios econômicos percebidos pelo cliente e sua disposição a pagar, mas depende da capacidade de quantificar e comunicar esse valor (Hinterhuber, 2008). Para projetos de engenharia, a composição de custos constitui a base interna rastreável do modelo,

enquanto mercado e valor funcionam como triangulação externa. Nenhuma dessas referências elimina a necessidade de documentar escopo, horas, riscos e condições comerciais.

2.4 Complexidade, responsabilidade profissional e risco

Complexidade, responsabilidade e risco são dimensões relacionadas, mas não equivalentes. Complexidade representa fatores que aumentam o esforço de entendimento, coordenação, cálculo ou documentação, como geometria incomum, múltiplas disciplinas, interferências, inovação, dados incompletos e prazo reduzido. Responsabilidade profissional decorre das atribuições assumidas, da autoria e das consequências técnicas e legais do serviço. Risco é o efeito da incerteza sobre os objetivos e deve ser identificado, analisado, avaliado e tratado de forma estruturada (ISO, 2018b).

A ART define os responsáveis técnicos pela atividade e vincula o serviço às atribuições profissionais (Brasil, 1977; Confea, 2023). O Código de Ética Profissional também exige atuação responsável e qualidade compatível com os compromissos assumidos (Confea, 2002). Entretanto, a existência de ART não cria, isoladamente, um percentual de acréscimo. A taxa da ART é custo direto; a responsabilidade técnica deve ser traduzida em recursos concretos, como participação de profissional sênior, verificação independente, horas de coordenação, seguro, documentação, suporte e tratamento de riscos.

Para fins de modelagem, essas condições são separadas em três dimensões. A dimensão técnica abrange interfaces, verificações, novidade, coordenação e esforço de cálculo, devendo refletir-se prioritariamente nas HT□ e na composição da equipe. A dimensão legal abrange autoria, atribuições, deveres, registros e limites contratuais; ela delimita escopo e responsabilidade, mas não gera, por si só, um percentual de acréscimo. A dimensão econômica corresponde aos recursos e exposições decorrentes dessas condições, como horas adicionais, taxas, seguros, apoio especializado ou risco residual, sendo registrada em CD, COE ou CR conforme a natureza. Somente a consequência econômica demonstrável ingressa no preço, o que reduz a possibilidade de dupla contagem.

A utilização de multiplicadores genéricos de complexidade e responsabilidade pode gerar dupla contagem. Se a geometria difícil já elevou as horas, aplicar novo fator sobre toda a base exige demonstrar qual efeito adicional permaneceu sem cobertura. De modo semelhante, custos reembolsáveis, taxas e serviços de terceiros não devem ser multiplicados por fatores técnicos sem justificativa.

A reserva de riscos precisa refletir a qualidade da informação disponível. O valor monetário esperado oferece procedimento transparente para eventos discretos, mas depende

de estimativas confiáveis de probabilidade e impacto e não representa, sozinho, todas as formas de incerteza. Curto *et al.* (2022) mostraram que contingências definidas como percentual fixo podem ser arbitrárias e propuseram simulação de Monte Carlo incorporando incertezas aleatórias, estocásticas e epistêmicas. Assim, a equação simplificada deste artigo é adequada como primeira aproximação auditável; em projetos complexos, com riscos correlacionados ou grande dispersão dos impactos, recomenda-se complementar a análise com cenários probabilísticos.

2.5 Métodos de estimativa e triangulação do preço

Os métodos mais usuais podem ser tratados como técnicas complementares. A estimativa de baixo para cima, baseada em atividades e horas, oferece rastreabilidade; métodos análogos e paramétricos permitem rapidez e comparação; referências de mercado apoiam a avaliação comercial. O PMI (2020) recomenda selecionar e combinar técnicas conforme a informação disponível e refinar a estimativa ao longo do projeto.

Quadro 1 – Métodos de estimativa aplicáveis a projetos de engenharia

Método	Aplicação principal	Limitação relevante
Horas técnicas	Escopo decomposto por atividade e categoria profissional.	Depende de registros de produtividade e custo de hora confiável.
Preço por área/unidade	Estimativas preliminares e serviços repetitivos.	Pode distorcer projetos pequenos, especiais ou com muitas interfaces.
Percentual do custo da obra	Referência vinculada ao porte econômico do empreendimento.	O custo da obra não mede diretamente o esforço de projeto.
Analogia	Comparação com contratos anteriores equivalentes.	Exige normalização de escopo, prazo, data-base e complexidade.
Mercado/valor percebido	Teste de competitividade e posicionamento comercial.	Não demonstra o custo mínimo sustentável do prestador.

Fonte: elaboração do autor (2026).

Nenhum método é universal. O modelo interno deve estabelecer uma faixa economicamente sustentável; os métodos externos funcionam como triangulação. Diferenças relevantes entre a composição interna e a referência externa devem levar à revisão de escopo, produtividade, dados de entrada, estratégia ou posicionamento, e não à redução automática de parcelas necessárias.

3 METODOLOGIA

A pesquisa caracteriza-se como aplicada, exploratória, descritiva e propositiva, com abordagem qualitativa, segundo as categorias de classificação discutidas por Gil (2022).

Quanto aos procedimentos, foi realizada revisão bibliográfica e documental de natureza narrativa e integrativa, adequada à articulação de conceitos provenientes de contabilidade de custos, gerenciamento de projetos, precificação, riscos e regulamentação profissional. O produto da pesquisa é um modelo teórico-conceitual: não houve coleta de dados primários, estimação estatística, experimento ou validação em empresas.

A revisão foi tratada como método de pesquisa e não apenas como levantamento introdutório. A busca foi consolidada em agosto de 2026 nas plataformas ASCE Library, ScienceDirect, SpringerLink, Emerald Insight, Taylor & Francis Online e Google Scholar, complementadas pelos portais oficiais do Planalto, Confea, Caixa, TCU, ISO e PMI. Utilizaram-se combinações, em português e inglês, dos descritores precificação, honorários, serviços de engenharia, engineering services cost, pricing, design fee, technical hours, time-driven activity-based costing, practical capacity, cost contingency, project complexity e professional responsibility. A seleção é intencional e não exaustiva, coerente com a finalidade integrativa da pesquisa (Snyder, 2019).

Foram incluídas fontes com relação direta a pelo menos um construto do modelo, descrição metodológica suficiente e autoria acadêmica, normativa ou institucional identificável. Excluíram-se materiais promocionais, tabelas comerciais sem método explícito, duplicatas, fontes sem autoria e estudos cuja transferência para serviços de engenharia não pudesse ser justificada. O corpus final reuniu 27 fontes publicadas entre 1966 e 2023: 11 artigos científicos, um trabalho em congresso, dois livros, quatro leis e nove documentos normativos ou institucionais. Para normas e legislação, foi consultada em 12 de agosto de 2026 a edição publicada ou a redação consolidada disponível no órgão emissor; projetos de norma não foram tratados como documentos vigentes.

A construção do modelo ocorreu em cinco etapas encadeadas. Primeiro, delimitou-se o problema e identificaram-se os construtos necessários à formação do preço. Segundo, registraram-se, para cada fonte, o conceito, o mecanismo econômico, a evidência oferecida e o limite de transferência. Terceiro, cada mecanismo foi associado a uma variável observável ou a uma regra de decisão. Quarto, as variáveis foram organizadas em equações com bases de incidência explícitas. Quinto, a coerência interna foi examinada por análise dimensional, condições de domínio, controle de dupla contagem, aplicação hipotética e sensibilidade determinística. O Quadro 2 torna esse encadeamento verificável.

Quadro 2 – Encadeamento entre evidência e construção do modelo

Etapa	Procedimento de pesquisa	Produto no modelo
1. Delimitação	Definição do problema, da pergunta, do objetivo e dos construtos.	Fronteira teórico-propositiva e unidades de análise.
2. Busca e seleção	Aplicação de descritores e critérios de inclusão e exclusão.	Corpus intencional de 27 fontes rastreáveis.
3. Extração	Registro de conceito, mecanismo, evidência e limite de transferência.	Matriz de síntese por construto.
4. Modelagem	Associação dos mecanismos a HT _j , CHP _j , CTH, CD, COE, CR, T e M.	Variáveis, equações e regras de incidência.
5. Verificação	Análise dimensional, domínio, dupla contagem, cenário e sensibilidade.	Coerência interna e limites de uso explicitados.

Fonte: elaboração dos autores (2026).

A consistência lógica foi avaliada por cinco critérios: rastreabilidade da origem de cada parcela; coerência dimensional das equações; separação das bases de incidência; ausência de dupla contagem; e possibilidade de atualização dos parâmetros. Nesse encadeamento, escopo e EAT sustentam as HT_j; TDABC sustenta CHP_j e CTH; contabilidade de custos sustenta CD e COE; análise de risco sustenta CR; normas e legislação delimitam obrigações e registros; e a literatura de precificação sustenta a distinção entre T, M e a triangulação externa. O exemplo numérico é hipotético e exclusivamente demonstrativo, não constituindo validação empírica.

A validação externa permanece como etapa futura. Ela deverá utilizar dados de projetos reais de diferentes empresas, disciplinas, portes e tipos de contratação, comparando preço estimado, preço contratado, horas previstas e realizadas, custos, mudanças de escopo e resultado econômico. Estudos de caso múltiplos, entrevistas com especialistas e testes retrospectivos e prospectivos poderão avaliar aplicabilidade, estabilidade, erro e necessidade de calibração, observados os procedimentos institucionais e éticos pertinentes.

4 PROPOSIÇÃO, APLICAÇÃO ILUSTRATIVA E DISCUSSÃO DO MODELO

4.1 Princípios e estrutura geral

O modelo adota cinco princípios: o escopo precede o preço; a estimativa técnica deve ser decomposta; o custo da capacidade prática deve ser conhecido; riscos devem ser registrados separadamente; e a formação do preço precisa evidenciar a base de incidência de tributos e margem. A memória de cálculo constitui parte central do método, pois registra parâmetros, premissas, fontes, data-base e responsáveis pela estimativa.

A memória de cálculo deve ser compreendida como processo organizacional, e não apenas como planilha. Dutta, Zbaracki e Bergen (2003) tratam a formação de preços como capacidade construída por rotinas, mecanismos de coordenação e recursos interligados. Aplicada aos serviços de engenharia, essa perspectiva exige integrar informações técnicas, financeiras e comerciais, definir responsáveis pela atualização dos parâmetros e registrar a justificativa de cada ajuste. A qualidade do preço passa, portanto, a depender tanto da fórmula quanto da disciplina de coleta, revisão e uso dos dados.

Quadro 3 – Componentes do modelo de precificação

Componente	Variável	Regra de apropriação
Esforço técnico	$HT_j \times CHP_j$	Horas por atividade e categoria multiplicadas pelo custo da capacidade prática.
Custos diretos	CD	Gastos identificáveis exclusivamente com o contrato.
Custo operacional específico	COE	Somente parcelas específicas ainda não incorporadas ao CHP.
Reserva de riscos	CR	Valor esperado de eventos incertos não absorvidos por horas ou custos.
Tributos sobre receita	T	Percentual efetivo incidente sobre o preço faturado.
Margem empresarial	M	Remuneração empresarial definida como percentual do preço.

Fonte: elaboração do autor (2026).

4.2 Equações de cálculo

A estimativa do custo técnico fundamenta-se no custeio baseado no tempo e na capacidade prática. No método *Time-Driven Activity-Based Costing* — TDABC, o custo atribuído a uma atividade depende de dois parâmetros principais: o custo unitário da capacidade disponibilizada e o tempo necessário para executar a atividade (Kaplan; Anderson, 2004). Essa lógica é compatível com a precificação de serviços técnicos de engenharia, para os quais as horas podem ser discriminadas por atividade, etapa de projeto, disciplina e categoria profissional (Koo; Shin; Lee, 2017).

Assim, o custo técnico das horas é obtido pela soma dos produtos entre as horas técnicas estimadas e o custo horário da capacidade prática de cada categoria profissional:

$$CTH = \sum_{j=1}^n (HT_j \times CHP_j)$$

Em que:

- CTH corresponde ao custo técnico total das horas;
- HT_j representa as horas técnicas estimadas para a categoria profissional j ;

- CHPj corresponde ao custo horário da capacidade prática da categoria j.

O CHPj deve ser calculado considerando o custo total necessário para disponibilizar a respectiva categoria profissional dividido pelas horas práticas disponíveis no período. Desse modo, não se utiliza apenas o salário nominal por hora, mas também os encargos, benefícios e demais recursos efetivamente incorporados ao custo da capacidade. Para evitar dupla contagem, as parcelas já absorvidas pelo CHPj não devem ser novamente lançadas como custos diretos ou custos operacionais específicos.

Para os riscos identificados, a reserva de contingência pode ser estimada por meio do Valor Monetário Esperado — VME, também denominado *Expected Monetary Value* — EMV. Essa técnica calcula a exposição financeira de cada evento mediante a multiplicação entre sua probabilidade de ocorrência e seu impacto monetário, sendo a reserva total obtida pela soma das exposições individuais (Shrivastava, 2014). O estudo publicado pelo PMI apresenta expressamente essa formulação.

$$CR = \sum_{k=1}^m (p_k \times I_k)$$

Em que:

- CR corresponde à reserva de riscos;
- p_k representa a probabilidade estimada de ocorrência do evento k;
- I_k representa o impacto financeiro caso o evento ocorra.

A reserva calculada por esse procedimento representa uma estimativa probabilística agregada, não correspondendo ao impacto máximo possível de todos os riscos. O método pressupõe que os eventos tenham sido individualmente identificados e avaliados. Quando existirem riscos correlacionados, interações entre variáveis ou elevada incerteza, recomenda-se complementar o valor monetário esperado com análise de cenários ou simulação de Monte Carlo, capaz de representar diferentes distribuições de probabilidade e níveis de confiança (Curto *et al.*, 2022).

A reserva não substitui cláusulas destinadas ao tratamento de alterações de escopo, tampouco deve cobrir serviços deliberadamente excluídos do contrato. Mudanças solicitadas pelo contratante devem ser tratadas mediante revisão do escopo, das horas, dos custos e do preço contratado.

Para os fins do modelo proposto neste artigo, define-se a base de custos como a soma das parcelas econômicas necessárias à execução do serviço, antes da incidência dos tributos sobre o faturamento e da margem empresarial:

$$BC = CTH + CD + COE + CR$$

Em que:

- BC corresponde à base de custos;
- CD representa os custos diretos identificáveis com o contrato;
- COE corresponde aos custos operacionais específicos ainda não incorporados ao custo horário da capacidade;
- CR representa a reserva associada aos riscos identificados.

Essa equação deve ser compreendida como uma identidade de agregação adotada pelo modelo, fundamentada na segregação contábil das parcelas de custo, e não como uma fórmula universal de precificação. Sua validade depende da definição clara das bases de incidência e da ausência de duplicidade entre os componentes (Martins, 2018).

Quando os tributos T e a margem empresarial M são definidos como frações do preço bruto de venda, estabelece-se a seguinte relação:

$$BC = PV - (T \times PV) - (M \times PV)$$

Colocando-se PV em evidência:

$$BC = PV [1 - (T + M)]$$

Consequentemente:

$$PV = BC \div [1 - (T + M)]$$

Em que:

- PV corresponde ao preço de venda;
- T representa a taxa efetiva dos tributos incidentes sobre o faturamento;
- M corresponde à margem empresarial pretendida sobre o preço de venda.

A inclusão dos tributos no denominador é coerente com a formação de preços “por dentro”, quando esses tributos incidem sobre o faturamento. O Tribunal de Contas da União reconhece essa forma de incidência na composição do BDI, embora ressalte que não existe consenso absoluto quanto à base de aplicação da remuneração ou do lucro, que pode ser definido em relação ao custo ou à receita, conforme a convenção adotada (TCU, 2013).

A condição $T+M<1$ deve necessariamente ser atendida. Além disso, a taxa T precisa refletir o regime tributário, o município, a natureza do serviço e a base efetivamente

tributável. Caso a margem seja definida sobre o custo, e não sobre o preço de venda, deverá ser utilizada outra formulação, como:

$$PV = [BC \times (1 + M)] \div (1 - T)$$

Portanto, a convenção utilizada para a margem deve ser informada expressamente na memória de cálculo, evitando-se a aplicação de percentuais de terceiros sem correspondência com a estrutura tributária e econômica do prestador.

4.3 Procedimento de aplicação

Quadro 4 – Etapas e evidências mínimas para aplicação

Etapas	Pergunta de controle	Evidência mínima
1. Escopo	O que será entregue e o que está excluído?	Entregáveis, premissas, interfaces, revisões e critérios de aceite.
2. Horas	Quem executará cada atividade e em quanto tempo?	EAT, categoria profissional, histórico, analogia ou julgamento registrado.
3. Custos	Quais recursos serão consumidos?	Folha, encargos, contratos, licenças, despesas e capacidade prática.
4. Riscos	Qual incerteza residual pode gerar custo?	Registro de risco com causa, probabilidade, impacto e tratamento.
5. Preço	Como custo, tributo e margem incidem?	Memória de cálculo com fórmula, data-base e parâmetros.
6. Mercado	A comparação utiliza escopo equivalente?	Referências normalizadas e justificativa da decisão comercial.

Fonte: elaboração do autor (2026).

O procedimento deve ser repetido sempre que houver alteração relevante de escopo, prazo, dados de entrada, equipe, regime tributário ou risco. Após a execução, horas planejadas e realizadas devem ser comparadas, transformando cada contrato em fonte de aprendizado para estimativas futuras.

Para consolidar essa rotina, cada contrato encerrado deve alimentar uma base com horas previstas e realizadas, composição da equipe, mudanças de escopo, revisões, custos diretos, riscos ocorridos, preço contratado e margem efetiva. A estimativa seguinte pode então combinar decomposição de baixo para cima com analogia a casos similares, preservando ajuste técnico quando houver diferenças de escopo. Essa realimentação é coerente tanto com o uso de coeficientes de horas por Koo, Shin e Lee (2017) quanto com o raciocínio baseado em casos de Abdelaty, Shrestha e Jeong (2020).

4.4 Tratamento da complexidade, da responsabilidade e da dupla contagem

Antes de aplicar qualquer adicional, a condição deve ser direcionada à variável que representa sua consequência econômica. Essa regra substitui multiplicadores genéricos por ajustes observáveis.

Quadro 5 – Direcionamento das condições adicionais

Condição observada	Tratamento prioritário	Controle contra duplicidade
Maior volume ou detalhamento	Aumentar HT na atividade afetada.	Não reaplicar fator sobre toda a base.
Maior criticidade técnica	Usar categoria sênior, revisão independente ou seguro.	Registrar horas/custo específico já incluído.
Urgência	Replanejar equipe, horas extras e prazo.	Não somar contingência para o mesmo efeito certo.
Dados de entrada incertos	Definir premissa, condição de revisão e risco residual.	Separar retrabalho previsto de evento incerto.
Taxas e terceiros	Lançar como CD pelo valor identificável.	Não multiplicar por complexidade sem causa adicional.
Posicionamento comercial	Ajustar M ou conceder desconto explícito.	Não alterar artificialmente o custo técnico.

Fonte: elaboração do autor (2026).

4.5 Aplicação hipotética

Para demonstrar o cálculo, considera-se um projeto executivo hipotético com escopo previamente delimitado, 108 horas distribuídas entre quatro categorias profissionais e custos horários também hipotéticos. Os valores não representam pesquisa de mercado, recomendação de honorários ou estrutura tributária setorial e devem ser substituídos pelos dados internos de cada prestador. Admitiu-se que os custos operacionais recorrentes já estão incorporados ao CHP, que não houve alteração de escopo durante a execução e que todas as parcelas foram expressas em reais de um mesmo período.

Tabela 1 – Composição hipotética do custo técnico

Categoria	Horas	CHP (R\$/h)	Custo (R\$)
Engenheiro civil sênior	20	180,00	3.600,00
Engenheiro civil	44	110,00	4.840,00
Projetista/BIM	36	70,00	2.520,00
Coordenação administrativa	8	55,00	440,00
Total	108	–	11.400,00

Fonte: elaboração do autor (2026), com valores exclusivamente ilustrativos.

Além do CTH de R\$11.400,00, foram considerados R\$600,00 de custos diretos específicos, representando de forma ilustrativa deslocamentos, emissões e reprodução técnica. A reserva de riscos de R\$ 750,00 demonstra o VME de dois eventos residuais hipotéticos: retrabalho por inconsistência não detectável nos dados de entrada, com probabilidade de 30% e impacto de R\$ 1.500,00; e revisão complementar por interferência técnica incerta, com probabilidade de 20% e impacto de R\$ 1.500,00. Os valores esperados são, respectivamente, R\$450,00 e R\$300,00. Não houve COE, pois a estrutura recorrente já foi rateada no CHP. Assim, BC = R\$12.750,00. Admitiram-se T = 8,65% e M = 15% apenas para demonstrar a formação por dentro; esses percentuais não representam recomendação tributária, margem setorial ou resultado empírico.

$$PV = R\$ 12.750,00 \div [1 - (0,0865 + 0,15)] = R\$ 16.699,41$$

O valor calculado representa a condição formada pelas premissas adotadas. Alterações no regime tributário, nas horas, no custo da capacidade, no risco ou na margem produzem outro resultado. A proposta comercial pode apresentar preço global, por etapa ou por hora adicional, desde que preserve a memória interna.

4.6 Análise de sensibilidade determinística e discussão

A análise determinística e univariada mostra a resposta local do preço às alterações isoladas escolhidas para o cenário. Partindo do valor-base de R\$16.699,41, cada premissa indicada na Tabela 2 foi modificada enquanto as demais permaneceram constantes. Trata-se de exercício analítico de comportamento da fórmula, e não de teste estatístico, intervalo de confiança, simulação probabilística ou validação empírica.

Tabela 2 – Sensibilidade do preço no exemplo hipotético

Cenário	Preço (R\$)	Variação
Cenário-base	16.699,41	–
Horas técnicas +10%	18.192,53	+8,94%
Capacidade prática –10%	18.358,44	+9,93%
Reserva de riscos duplicada	17.681,73	+5,88%
Tributos +2 pontos percentuais	17.148,62	+2,69%
Margem +5 pontos percentuais	17.869,66	+7,01%

Fonte: elaboração do autor (2026), com valores exclusivamente ilustrativos.

Entre as perturbações testadas, a redução de 10% da capacidade prática apresentou o maior aumento do preço (+9,93%), seguida pelo acréscimo de 10% nas horas (+8,94%), pelo aumento de 5 pontos percentuais na margem (+7,01%), pela duplicação da reserva de riscos (+5,88%) e pelo acréscimo de 2 pontos percentuais nos tributos (+2,69%). A capacidade prática e as horas merecem controle prioritário porque determinam o custo técnico; margem e tributos atuam no denominador; e CR altera diretamente a base de custos. Como as variações aplicadas possuem magnitudes e unidades diferentes, essa ordenação não constitui elasticidade comparável nem hierarquia universal de importância.

A análise um-fator-por-vez não mede a incerteza conjunta nem as interações entre entradas. Saltelli *et al.* (2019) alertam que esse procedimento explora apenas uma fração restrita do espaço de variação. Portanto, os resultados servem para conferir o sentido e a proporcionalidade da equação no entorno do cenário hipotético. Uma avaliação empírica posterior poderá empregar distribuições calibradas, cenários combinados ou métodos globais de sensibilidade, desde que existam dados suficientes para justificar as faixas e dependências entre variáveis.

A principal vantagem do modelo é a transparência: alterações de escopo podem ser convertidas em atividades, horas, custos e riscos adicionais. A separação entre custo e decisão comercial também permite conceder desconto sem ocultar seu efeito sobre a margem. O preço de mercado permanece relevante, mas funciona como teste externo, não como substituto da condição econômica interna.

A metodologia depende da qualidade dos dados. Prestadores sem apontamento de horas ou separação entre custos pessoais e empresariais precisarão iniciar com estimativas e revisá-las após cada contrato. A probabilidade e o impacto dos riscos contêm julgamento e

devem ser documentados. A tributação varia conforme regime, município, atividade e faturamento, exigindo validação contábil.

As limitações deste estudo decorrem de sua natureza propositiva e do uso de aplicação hipotética. Não foram estimadas faixas de mercado, nem testada a capacidade preditiva do modelo em projetos reais. A validação futura deverá utilizar múltiplos estudos de caso e confrontar horas previstas, horas realizadas, preço contratado, alterações de escopo e resultado econômico.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo desenvolveu um modelo teórico-propositivo para formar o preço de venda de projetos de Engenharia Civil a partir do escopo decomposto, das horas técnicas, do custo da capacidade prática, dos custos diretos e operacionais específicos, dos riscos identificados, dos tributos e da margem. O modelo não substitui referências por área, percentual da obra ou concorrência, mas atribui a elas função de triangulação após o cálculo da condição econômica interna do prestador.

As principais contribuições são a rastreabilidade entre conceito, variável e parcela financeira; a possibilidade de atualizar separadamente escopo, produtividade, custos, riscos, tributos e margem; a explicitação da base de incidência dos percentuais; e o controle de dupla contagem. A separação entre dimensões técnica, legal e econômica da complexidade e da responsabilidade evita transformar obrigações profissionais em multiplicadores automáticos: somente efeitos demonstráveis são associados às horas, aos custos ou aos riscos correspondentes.

A aplicação hipotética demonstrou como transformar a base de custos de R\$12.750,00 em preço de venda de R\$16.699,41 e como examinar deterministicamente a resposta da fórmula a horas, capacidade prática, riscos, tributos e margem. Esses números são exclusivamente didáticos. A principal limitação da pesquisa é a ausência de dados empíricos: o modelo não foi validado em empresas, disciplinas, tipos de projeto ou regimes de contratação, e não foram avaliados erros, viés, estabilidade ou desempenho preditivo.

Conclui-se que não existe percentual universal para determinar quanto deve custar um projeto de engenharia, mas existe um processo racional e auditável: definir escopo, decompor atividades, estimar horas por categoria, medir o custo da capacidade, registrar custos e riscos sem duplicidade, aplicar tributos e margem conforme suas bases e confrontar o resultado com mercado e valor percebido. Como continuidade, recomenda-se aplicar o modelo retrospectiva e prospectivamente a casos reais, comparar horas previstas e realizadas, calibrar parâmetros

por disciplina e porte, avaliar a utilidade da memória de cálculo na negociação e testar sua transferibilidade entre diferentes organizações.

REFERÊNCIAS

- AACE INTERNATIONAL. AACE International Recommended Practice No. 17R-97: Cost Estimate Classification System. Rev. 7 Aug. 2020. Morgantown, WV: AACE International, 2020. Disponível em: https://web.aacei.org/docs/default-source/toc/toc_17r-97.pdf. Acesso em: 12 ago. 2026.
- ABDELATY, A.; SHRESTHA, K. J.; JEONG, H. D. Estimating preconstruction services for bridge design projects. *Journal of Management in Engineering*, v. 36, n. 4, art. 04020034, 2020. DOI: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)ME.1943-5479.0000793](https://doi.org/10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000793).
- BRASIL. Lei nº 4.950-A, de 22 de abril de 1966. Dispõe sobre a remuneração de profissionais diplomados em Engenharia, Química, Arquitetura, Agronomia e Veterinária. Brasília, DF: Presidência da República, 1966a. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/14950a.htm. Acesso em: 12 ago. 2026.
- BRASIL. Lei nº 5.194, de 24 de dezembro de 1966. Regula o exercício das profissões de engenheiro, engenheiro-agrônomo e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 1966b. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/15194.htm. Acesso em: 12 ago. 2026.
- BRASIL. Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977. Institui a Anotação de Responsabilidade Técnica na prestação de serviços de Engenharia, Arquitetura e Agronomia. Brasília, DF: Presidência da República, 1977. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/16496.htm. Acesso em: 12 ago. 2026.
- BRASIL. Lei nº 14.133, de 1º de abril de 2021. Lei de Licitações e Contratos Administrativos. Brasília, DF: Presidência da República, 2021. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/114133.htm. Acesso em: 12 ago. 2026.
- CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. SINAPI: metodologias e conceitos. Brasília, DF: Caixa Econômica Federal, 2022. Disponível em: https://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-metodologia/Livro_SINAPI_Metodologias_Conceitos.pdf. Acesso em: 12 ago. 2026.
- CONFEA. CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA. Resolução nº 1.002, de 26 de novembro de 2002. Adota o Código de Ética Profissional da Engenharia, da Agronomia, da Geologia, da Geografia e da Meteorologia. Brasília, DF: Confea, 2002. Disponível em: <https://normativos.confea.org.br/Ementas/Visualizar?id=542>. Acesso em: 12 ago. 2026.
- CONFEA. CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA. Resolução nº 1.137, de 31 de março de 2023. Dispõe sobre a Anotação de Responsabilidade Técnica, o Acervo Técnico-Profissional e o Acervo Operacional. Brasília, DF: Confea, 2023. Disponível em: <https://normativos.confea.org.br/Ementas/Visualizar?id=76060>. Acesso em: 12 ago. 2026.

- CURTO, D.; ACEBES, F.; GONZÁLEZ-VARONA, J. M.; POZA, D. Impact of aleatoric, stochastic and epistemic uncertainties on project cost contingency reserves. *International Journal of Production Economics*, v. 253, art. 108626, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2022.108626>.
- DUTTA, S.; ZBARACKI, M. J.; BERGEN, M. Pricing process as a capability: a resource-based perspective. *Strategic Management Journal*, v. 24, n. 7, p. 615–630, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1002/smj.323>.
- GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 7. ed. Barueri: Atlas, 2022.
- GRANSBERG, D. D.; LOPEZ DEL PUERTO, C.; HUMPHREY, D. Relating cost growth from the initial estimate to design fee for transportation projects. *Journal of Construction Engineering and Management*, v. 133, n. 6, p. 404–408, 2007. DOI: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9364\(2007\)133:6\(404\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(2007)133:6(404)).
- HINTERHUBER, A. Customer value-based pricing strategies: why companies resist. *Journal of Business Strategy*, v. 29, n. 4, p. 41–50, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1108/02756660810887079>.
- INGENBLEEK, P. T. M.; DEBRUYNE, M.; FRAMBACH, R. T.; VERHALLEN, T. M. M. Successful new product pricing practices: a contingency approach. *Marketing Letters*, v. 14, n. 4, p. 289–305, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1023/B:MARK.0000012473.92160.3d>.
- ISO. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 21511:2018: Work breakdown structures for project and programme management. Genève: ISO, 2018a. Disponível em: <https://www.iso.org/standard/69702.html>. Acesso em: 12 ago. 2026.
- ISO. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 31000:2018: Risk management – Guidelines. 2. ed. Genève: ISO, 2018b. Disponível em: <https://www.iso.org/standard/65694.html>. Acesso em: 12 ago. 2026.
- ISO. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 21502:2020: Project, programme and portfolio management – Guidance on project management. Genève: ISO, 2020. Disponível em: <https://www.iso.org/standard/74947.html>. Acesso em: 12 ago. 2026.
- KAPLAN, R. S.; ANDERSON, S. R. Time-driven activity-based costing. *Harvard Business Review*, v. 82, n. 11, p. 131–138, 150, Nov. 2004.
- KOO, B.; SHIN, B.; LEE, G. A cost-plus estimating framework for BIM related design and engineering services. *KSCE Journal of Civil Engineering*, v. 21, n. 7, p. 2558–2566, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12205-017-1808-y>.
- MARTINS, E. Contabilidade de custos. 11. ed. São Paulo: Atlas, 2018.
- MATEL, E.; VAHDATIKHAKI, F.; HOSSEINYALAMDARY, S.; EVERS, T.; VOORDIJK, H. An artificial neural network approach for cost estimation of engineering services. *International Journal of Construction Management*, v. 22, n. 7, p. 1274–1287, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1080/15623599.2019.1692400>.
- PMI. PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. Practice standard for project estimating. 2nd ed. Newtown Square, PA: Project Management Institute, 2020. Disponível em: <https://www.pmi.org/standards/for-estimating>. Acesso em: 12 ago. 2026.

- SALTELLI, A.; ALEKSANKINA, K.; BECKER, W.; FENNELL, P.; FERRETTI, F.; HOLST, N.; LI, S.; WU, Q. Why so many published sensitivity analyses are false: a systematic review of sensitivity analysis practices. *Environmental Modelling & Software*, v. 114, p. 29–39, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2019.01.012>.
- SHRIVASTAVA, N. K. A model to develop and use risk contingency reserve. In: PMI GLOBAL CONGRESS 2014 – NORTH AMERICA, 2014, Phoenix. Proceedings [...]. Newtown Square, PA: Project Management Institute, 2014. Disponível em: <https://www.pmi.org/learning/library/model-risk-contingency-reserve-9310>. Acesso em: 12 ago. 2026.
- SNYDER, H. Literature review as a research methodology: an overview and guidelines. *Journal of Business Research*, v. 104, p. 333–339, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039>.
- TCU. TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO. Acórdão nº 2.622/2013 – Plenário. Processo TC 036.076/2011-2. Brasília, DF: TCU, 2013. Disponível em: https://portal.tcu.gov.br/data/files/B9/A7/90/68/73D0E410504D80E42A2818A8/036.076-2011-2%20processo%20administrativo%20BDI_0.pdf. Acesso em: 12 ago. 2026.