

32^a

SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

**Vinculação BIM–Orçamento
no Projeto Básico: a Linha 20-
Rosa e a mitigação de aditivos**

Lucas Daniel Barile

lucas.barile@polux.com.br

Fabrício José Piacente

fabricao.piacente@cps.sp.gov.br

Vanessa de Cillos Silva

vanessa.silva08@cps.sp.gov.br

APRESENTADORES

Identificação e perfil (Art. 30, §2º)

LUCAS DANIEL BARILE

Engenheiro civil (UNESP) · MBA em Gestão Empresarial (FGV) · Mestrando em Gestão e Tecnologia em Sistemas Produtivos (CEETEPS)

Gestor de projetos na PÓLUX Engenharia — sistemas metroviários e BIM

FABRÍCIO JOSÉ PIACENTE

Doutor e Mestre em Economia (UNICAMP)

Professor do Mestrado Profissional do CEETEPS

VANESSA DE CILLOS SILVA

Doutora e Mestre em Ciências (USP) · Engenheira Agrônoma (ESALQ/USP)

Professora do Mestrado Profissional do CEETEPS

1 - O PROBLEMA

Por que o orçamento do Projeto Básico falha na origem

44,7%

sobrecusto médio em projetos ferroviários (Flyvbjerg, 2014)

9 EM 10

megaprojetos estouram o orçamento (Flyvbjerg, 2014)

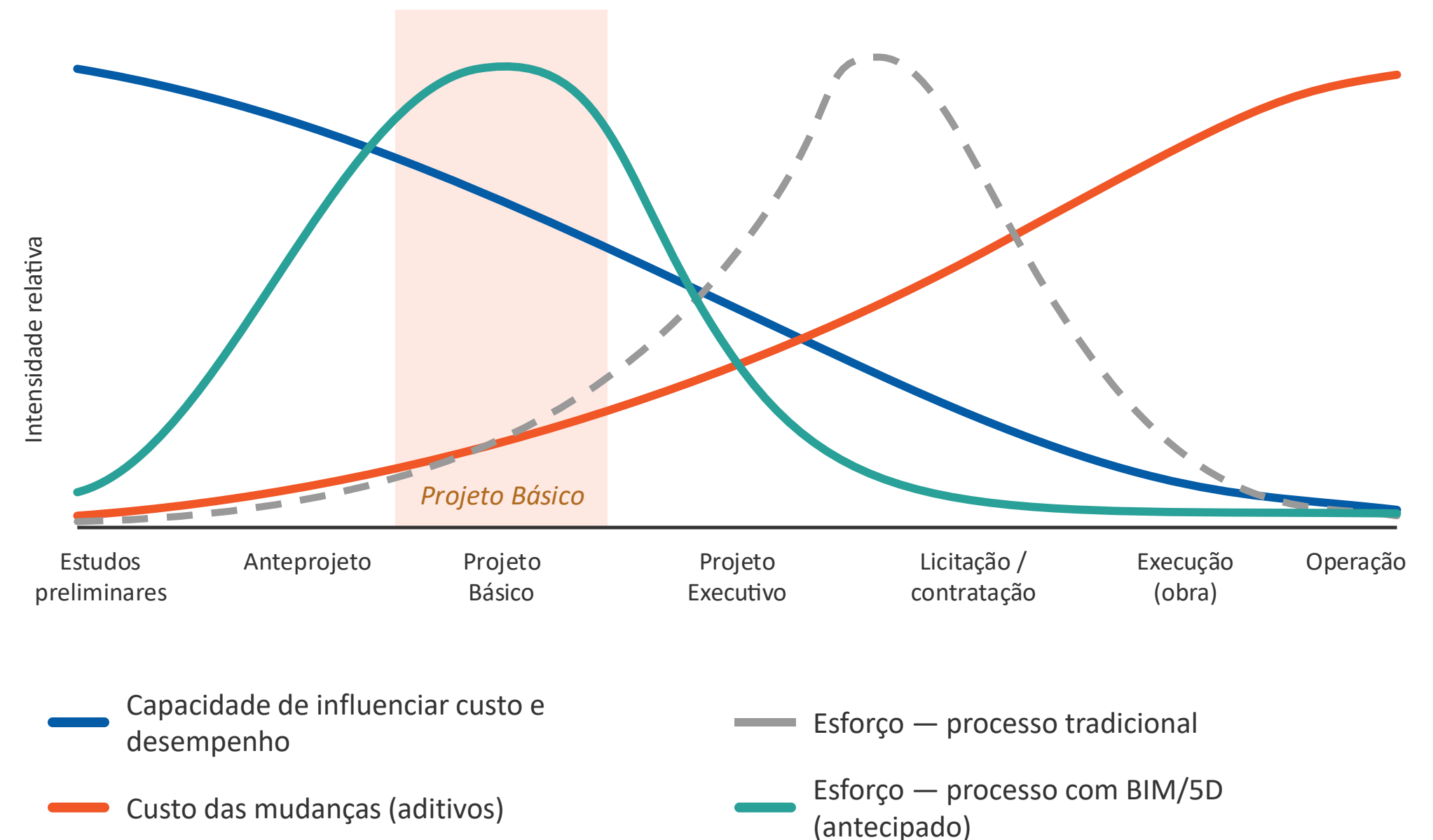
- Obras plurianuais, complexas e bilionárias
- Planilha montada por extração manual — 2D ou BIM não vinculado
- Opacidade ao fiscalizador; decisões transferidas para a execução
- Aditivos recorrentes: omissão de escopo, subdimensionamento, duplicidade

Tese: a vinculação BIM–orçamento (5D) ataca, na origem, a fragilidade quantitativa da fase preparatória

— Projeto Básico: influência ainda elevada sobre o custo, mudança mais barata

— Aditivo na execução: a forma mais cara de corrigir

Curva de MacLeamy aplicada ao ciclo do empreendimento metroferroviário



No Projeto Básico a influência sobre o custo ainda é elevada e o custo da mudança é mínimo — janela ótima para a vinculação 5D.

Fonte: elaborado pelos autores com base em MacLeamy (2004) e Sacks et al. (2018).

OBJETIVO E TESE

Atacar a fragilidade quantitativa na origem

2 - MARCO NORMATIVO

A vinculação é autorizada e recomendada

LEI 14.133/2021

BIM preferencial (art. 19, §3º) · quantitativos avaliados (art. 6º, XXV) · SINAPI/SICRO (art. 23, §2º) · teto de 25% (art. 125)

DECRETO 10.306/2020

2ª fase (2024) já inclui orçamentação e planejamento da execução

DECRETO 11.888/2024

Interoperabilidade aberta (art. 2º, X) — base da neutralidade de marca

ABNT NBR ISO 19650

EIR e nível de necessidade de informação, geridos no CDE — rastreabilidade auditável e contratualizável

3 · JURISPRUDÊNCIA DO TCU

Aditivo não conserta projeto deficiente

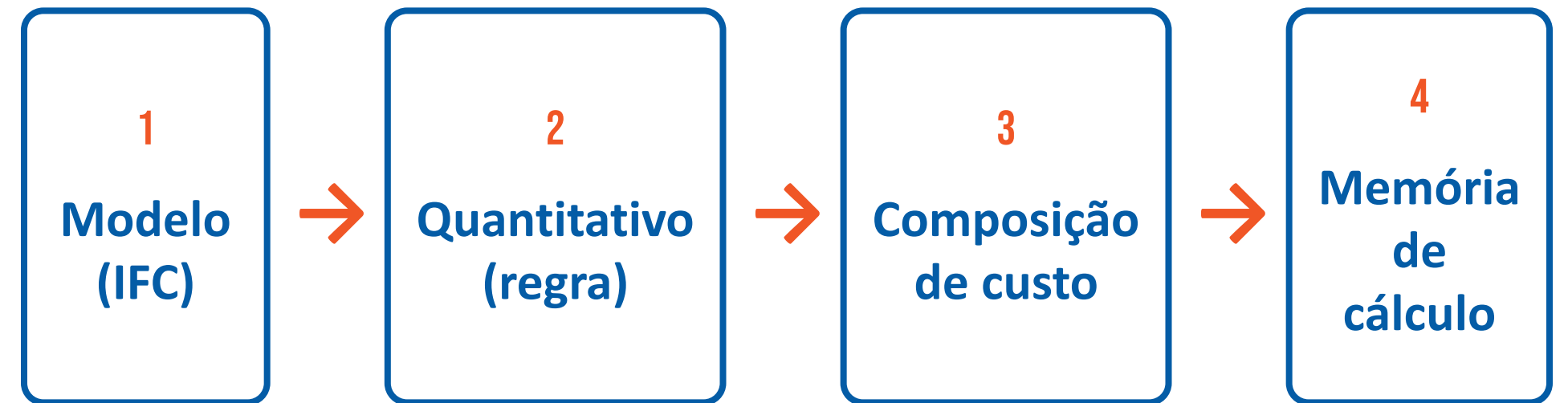
O aditivo não se presta a corrigir deficiências que poderiam e deveriam ter sido sanadas na fase preparatória

SÚMULA TCU 261 · entendimento recorrente no Fiscobras

- Acórdãos 749/2010, 1.590/2013, 1.977/2013 e 291/2016 — Plenário
- Limite legal de 25% / 50% (reforma) — art. 125, Lei 14.133/2021
- Vedada a compensação entre acréscimos e supressões
- Fiscobras/TCU: projeto deficiente é problema central da infraestrutura

A LÓGICA 5D

Rastreabilidade em quatro camadas



Cada preço da planilha deve ser **reconstituível** a partir do modelo aberto e das regras informadas

De boa prática recomendada a **CONDIÇÃO DE APROVAÇÃO** da planilha

Evidência: BIM reduz erros de projeto, retrabalho e ordens de modificação já na preparação (Věrný & Žák, 2025; Khosakitchalert et al., 2019)

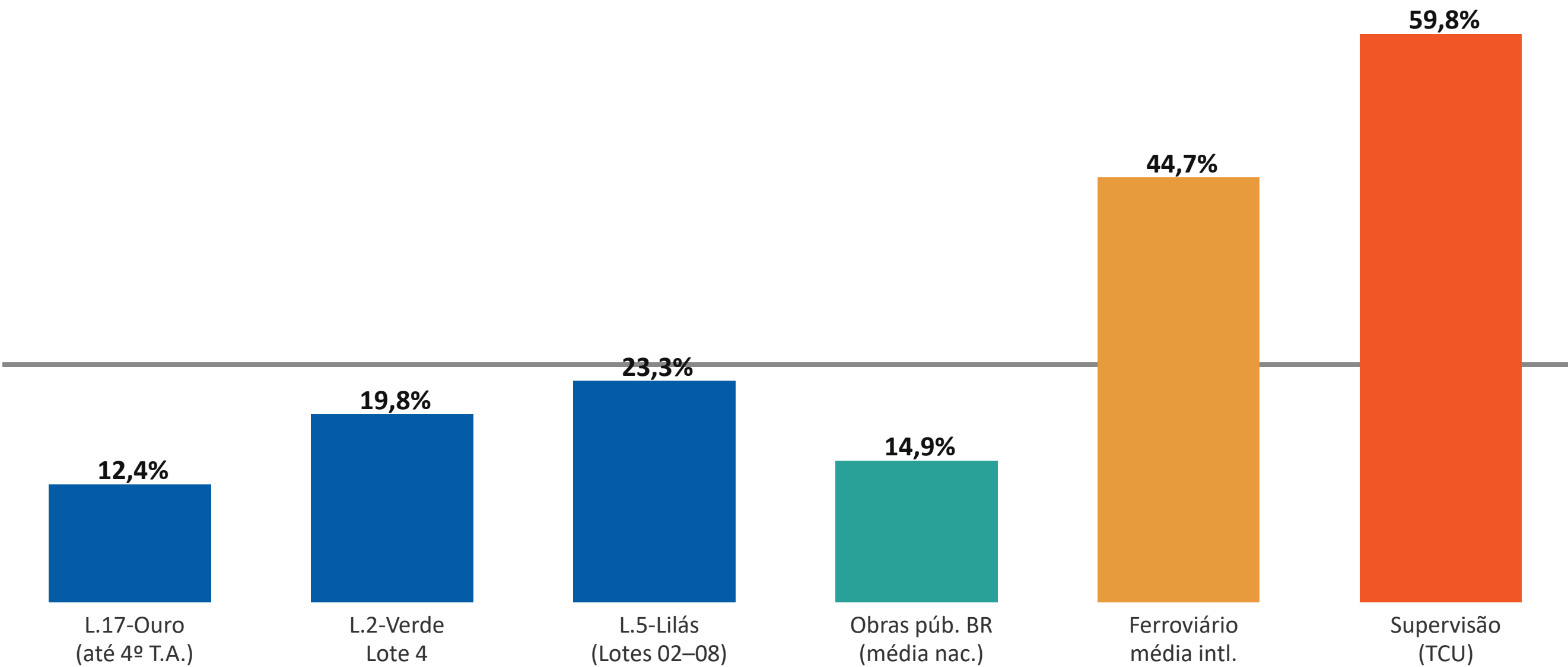
4 · EVIDÊNCIA EMPÍRICA

Magnitude dos sobrecustos e causas evitáveis

Aditivos e sobrecustos: casos reais e referências de magnitude

■ Casos de obra — Metrô-SP (acumulado por contrato) ■ Estatística acadêmica BR (Alvarenga et al., 2021)
■ Benchmark internacional (Flyvbjerg, 2014) ■ Caso-controle nacional — excedeu o teto (TCU) — Limite legal — art. 125 (25%)

- Internacional: ~45% de sobrecusto médio em ferrovias (Flyvbjerg, Holm & Buhl, 2002; Flyvbjerg, 2014)
- Brasil: +14,86% médio (Alvarenga et al., 2021) · 96% das obras com aditivo de prazo (Santos et al., 2015)
- Mitigáveis pela 5D: omissão de escopo, subdimensionamento, duplicidade



Fonte: elaborado pelos autores a partir de dados do METRÔ-SP, TCE-SP (2016), Alvarenga et al. (2021), Flyvbjerg (2014) e TCU. Casos de obra do Metrô-SP (acumulado por contrato) vs. referências de magnitude — naturezas distintas, não série comparável (ver Anexo I). L15-Prata (+R\$ 18,1 mi) e L6-Laranja (reequilíbrio de concessão) constam no Anexo I. Em obras públicas no Brasil, 96% têm aditivo de prazo e 72% de custo (Santos, Starling & Andery, 2015, n=151).

5 · CASO LINHA 20-ROSA

Item 4.4.3.15 do Termo de Referência

O TR JÁ EXIGE O NÚCLEO FUNCIONAL (RT-20.00.00.00/1A9-001/002, 2023)

- Software que atua sobre IFC, com leitura direta do schema
- Base de composições nacionais e customizáveis (SINAPI/SICRO)
- Quantitativos extraídos pela ferramenta, com fórmulas analisáveis pela contratante

PORÉM AINDA ANCORA MARCA

- “5 licenças (Qlvisus ou similar)” e Solibri Office (4.4.3.16) — pressupõe justificativa e equivalência (art. 41)
- A cláusula aperfeiçoa: exigência puramente funcional, sem marca (Dec. 11.888/2024, art. 2º, X) — replicável nas três esferas

PRODUTO: A CLÁUSULA EDITALÍCIA FUNCIONAL

Efeitos esperados

- Aprovação condicionada à rastreabilidade modelo → quantitativo → composição → memória (EIR da ISO 19650 no edital)
- IFC aberto (ISO 16739-1) · composições SINAPI/SICRO · neutralidade de marca
- Verificação objetiva por amostragem (Curva ABC), com devido processo
- Planilha não reconstituível = não aprovação motivada

Taxonomia das causas de aditivos por mitigabilidade

Mitigável pela vinculação 5D

- Omissão de escopo
- Subdimensionamento de quantitativos
- Duplicidade / erro de extração manual
- Desconexão modelo ↔ planilha

NÃO mitigável (causa exógena)

- Reequilíbrio econômico-financeiro (preços)
- Alteração de escopo por decisão de política pública
- Fato superveniente / caso fortuito
- Variação cambial / insumos

Foco da cláusula: causas quantitativas da fase preparatória (coluna esquerda)

Fonte: elaborado pelos autores.

O PROTOCOLO DE ACEITE (ANEXO V)

Rastreabilidade 5D como condição de aprovação

- 1 **Entregável:** matriz de rastreabilidade — item → elemento IFC → quantitativo → composição → memória
- 2 **Verificação** por amostragem (Curva ABC + aleatória), com reconstituição do quantitativo
- 3 **Parecer motivado** — critérios objetivos de aceitação

Só APROVADA encerra — os demais retornam à verificação (devido processo)



Fonte: elaborado pelos autores.

6 - CONCLUSÕES

Autorizada, viável e replicável

- **Autorizada e recomendada** — arcabouço normativo e jurisprudência do TCU
- **Tecnicamente viável e neutra** — comprovado pelo item 4.4.3.15 da Linha 20-Rosa
- **Contribuição central** — cláusula editalícia funcional, verificável e replicável
- Parcela relevante das motivações de aditivos é endereçável pela rastreabilidade 5D

RECOMENDAÇÃO

Adotar a cláusula como requisito mínimo em editais de Projeto Básico de grande porte

32^a

SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

OBRIGADO(A)!

Lucas Daniel Barile

lucas.barile@polux.com.br

Fabrício José Piacente

fabricao.piacente@cps.sp.gov.br

Vanessa de Cillos Silva

vanessa.silva08@cps.sp.gov.br



13ª Edição
Prêmio
Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários

TIC TRENS

ANP TRILHOS
Associação Nacional dos Transportadores
de Passageiros sobre Trilhos

 **AEAMESP**
ASSOCIAÇÃO DOS ENGENHEIROS E ARQUITETOS DE METRÔ