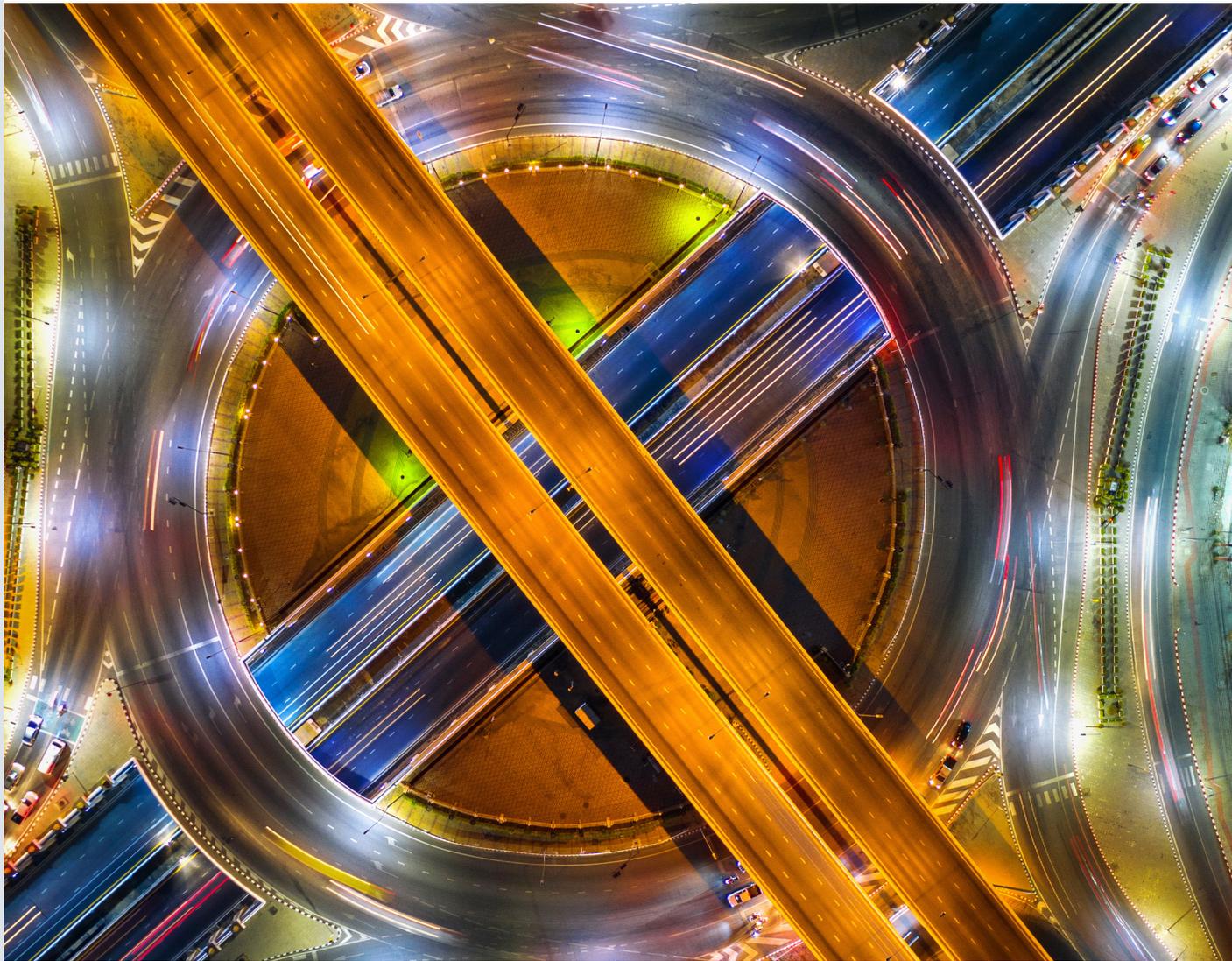


GUIA PRÁTICO REFERENCE CLASS FORECASTING (RCF)

**Metodologia para Projetos de Infraestrutura
de Transporte no Brasil**



Iniciativa implementada pela Cooperação Alemã para o Desenvolvimento Sustentável, por meio da *Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ)*, em parceria com o Tribunal de Contas da União (TCU) do Brasil e a Organização Latino-Americana e do Caribe das Instituições Superiores de Controle (Olacefs), no âmbito do Projeto Regional *Fortalecimento do Controle Externo para a Prevenção e Combate Eficaz da Corrupção*.

Preparado por:

Oxford Global Projects UK Limited
John Eccles House Robert Robinson Avenue Oxford Science Park Oxford
Reino Unido
OX4 4GP
info@oxfordglobalprojects.com

Preparado para:

Tribunal de Contas da União
SAFS Quadra 4, Lote 1 - Brasília - DF -
CEP 70042-900
+55 (61) 3527-7222
serint@tcu.gov.br

*Deutsche Gesellschaft für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH*
SCN quadra 01, Bloco C, Sala 1501
Ed. Brasília, Trade Center
70711-902 Brasília, Brasil
giz-brasilien@giz.de

Informação legal

As ideias expressas nesta publicação representam a opinião dos seus autores e as suas informações não podem ser atribuídas a órgãos ou entidades governamentais, ao Tribunal de Contas da União (TCU) do Brasil, à Organização Latino-Americana e do Caribe das Instituições Superiores de Controle (Olacefs) ou aos seus membros, ou à Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. É permitida a duplicação ou reprodução da totalidade ou de partes do presente relatório e/ou a distribuição para fins não comerciais, desde que o seu conteúdo não seja modificado e o Projeto Regional Fortalecimento do Controle Externo para a Prevenção e Combate Eficaz da Corrupção seja citado como fonte de informação. Para usos comerciais, incluindo a duplicação total e/ou parcial, reprodução ou distribuição deste estudo, é necessário o consentimento por escrito do TCU e da GIZ.

Guia Prático Reference Class Forecasting (RCF)° Projeto Regional Fortalecimento do Controle Externo para a Prevenção e Combate Eficaz da Corrupção ° Outubro/2023 ° Brasil

1. Controle externo 2. Anticorrupção 3. Infraestrutura 4. Obras públicas 5. Setor de transportes 6. Viabilidade 7. Viés de otimismo 8. Deturpação estratégica

Mais informações sobre o Projeto Viabilidade em Foco:



Oxford Global Projects

Andreas Leed

Dirk Pöker

Emma Schubart

Alexander Budzier

Outubro de 2023¹

¹ Revisão técnica: David C. R. P. Grubba, Rodrigo Almeida Motta, Rafaela Soares Pimentel Farias e Katrina Narguis.

Índice

Sumário Executivo	1
1. Introdução	2
2. Escopo do projeto	4
3. Metodologia	5
3.1 Reference Class Forecast	5
3.2 Ajuste da inflação e conversão cambial	6
3.3 Análise Estatística	7
4. Dados	7
4.1 Introdução aos dados	8
4.2 Desafios	10
4.3 Cálculo das métricas de desempenho	13
5. Análise	15
5.1 Sobrecustos	15
5.1.1 Estatísticas descritivas	15
5.1.2 Testes Estatísticos	18
5.2 Atrasos	18
5.2.1 Estatísticas descritivas	18
5.2.2 Testes Estatísticos	21
5.3 Custo por quilômetro de faixa	22
5.3.1 Estatísticas descritivas	22
5.4 Conjunto de dados ferroviários do Brasil consolidados	24
6. Resultados	26
6.1 Sobrecustos	29
6.2 Atraso	31
6.3 Custo unitário	33
7. Guia sobre como utilizar RCF	35
7.1 Teoria	35
1. Identificar uma classe de referência relevante	37
2. Estabelecer uma distribuição de probabilidade para a classe de referência	38
3. Fazer a previsão	39
7.2 Integração do RCF com técnicas de estimativa de risco de baixo para cima	40
8. Recomendações	41
8.1 Qualidade e transparência dos dados	41
8.2 Utilizando Reference Class Forecasting	43

SUMÁRIO EXECUTIVO

Este relatório fornece benchmarking de alto nível sobre os custos e prazos dos projetos de infraestrutura brasileiros em relação a projetos semelhantes em outros países. Ele investiga se existem diferenças estatisticamente significativas nos sobrecustos de infraestrutura e atrasos no cronograma entre o Brasil e outros países. Estes resultados quantificados de custos e prazos podem ser utilizados na avaliação de projetos e na previsão dos custos, cronogramas e riscos associados ao desenvolvimento de infraestruturas.

O objetivo deste relatório é analisar e comparar o desempenho brasileiro com a distribuição global de projetos internacionais. Os achados podem ser usados para motivar e orientar mais pesquisas e investigações sobre o desempenho dos projetos de infraestrutura brasileiros e seus impulsionadores. O relatório identifica diferenças no desempenho dos custos, mas não procura explicar as diferenças observadas. Foram analisados os sobrecustos, os atrasos no cronograma e os custos unitários dos projetos rodoviários, ferroviários, de pontes e túneis no Brasil. Eles resultam de dois conjuntos de dados diferentes que foram obtidos pelo Tribunal de Contas da União (TCU), com base em informações disponibilizadas pelos órgãos governamentais brasileiros dos setores de transportes responsáveis pelas obras públicas rodoviárias e ferroviárias. Os dados foram então comparados com outros projetos internacionais provenientes da base de dados de Oxford Global Projects (OGP).

Ao comparar os dados brasileiros com um benchmarking internacional, o Brasil parece ter tido um desempenho significativamente pior em termos de atraso nos prazos. Em termos de sobrecustos, constatamos que o Brasil teve um desempenho pior do que os países da Europa, América do Norte e Oceania, mas melhor do que outros países da América do Sul. Observe que esta não é uma comparação individual, uma vez que os dados brasileiros consistem em contratos de construção (ou seja, custo parcial do projeto), enquanto os dados da OGP são medidos ao nível do projeto (ou seja, custo total do projeto). Devido às diferenças nos conjuntos de dados, bem como às limitações encontradas nos dados brasileiros, as conclusões de comparação não são robustas.

O relatório conclui que os conjuntos de dados coletados no Brasil têm limitações consideráveis devido a questões sistemáticas de transparência e detalhamento, uma vez que são agrupados por contrato e não por projeto. Portanto, qualquer análise de custos e durações com base nesses dados deve ser interpretada com cautela. O relatório também faz várias recomendações sobre a forma de abordar estas questões e sugere o uso de dados internacionais para benchmarking e Reference Class Forecasting, até que as atuais limitações tenham sido abordadas.

1. INTRODUÇÃO

Os investimentos em infraestruturas públicas são importantes para o potencial crescimento econômico e produtividade. Eles podem proporcionar repercussões positivas significativas na economia e podem ajudar a aliviar a pobreza e a reduzir a desigualdade na distribuição de renda. Portanto, em geral, são vistos como uma ferramenta importante no conjunto de ferramentas políticas de um país.

Mas esse efeito positivo pode ser anulado se os projetos de investimento ultrapassarem o orçamento e/ou o cronograma. Se os custos forem significativamente mais altos do que o previsto inicialmente, a análise de custo-benefício poderá mudar para um benefício líquido negativo. De fato, a pesquisa de Flyvbjerg et al. (2003)² demonstrou que os projetos de investimento geralmente apresentam custos excessivos e atrasos na conclusão, e que a contribuição positiva dos projetos de infraestrutura tem sido questionada.

O caso brasileiro não é uma exceção neste aspecto. Pesquisas sugerem que cerca de 70% dos projetos de construção no Brasil excederam seu orçamento, com um em cada cinco deles 3 tendo aumentos de orçamento maiores de 25% em comparação com o acordo inicial³. As causas de tais sobrecustos e atrasos podem ser numerosas, incluindo estimativas de custos inexatas, modificações de projeto, alterações de quantidade, aditivos, interferência política, inflação, fatores ambientais ou mesmo comportamentos maliciosos, como fraude e corrupção. Muitas vezes, não é possível identificar o motivo exato da não cumprimento com os custos iniciais acordados, o que enfatiza a dificuldade de realizar uma estimativa de custo precisa em primeiro lugar.

No entanto, de um modo geral, podemos identificar duas categorias principais para as causas dos sobrecustos e atrasos: (1) viés de otimismo na fase de planejamento, (2) deturpação estratégica.

Considerando que a primeira categoria de causas é comum e transcende o gênero, a etnia, a nacionalidade, a especialidade e a idade⁴, a segunda parece desempenhar um papel particularmente importante no mercado brasileiro. De acordo com o Barômetro Global de Corrupção 2019 da Transparência Internacional sobre a América Latina e o Caribe (ALC), a maioria dos cidadãos da região acredita que a corrupção em seu país aumentou nos últimos 12 meses. Apenas 21% das pessoas na região da ALC confiam em seu governo, e 65% acham que o governo de seu país é administrado por interesses privados e atende apenas a segmentos selecionados da sociedade.

2 Flyvbjerg B, Bruzelius N and Rothengatter W (2003) *Megaprojects and Risk*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

3 França, Alda & Haddad, Assed. (2018). Causes of Construction Projects Cost Overrun in Brazil. *International Journal of Sustainable Construction Engineering Technology*

4 O'Sullivan, Owen P. (2015). The neural basis of always looking on the bright side. *Dialogues in Philosophy, Mental and Neuro Sciences*

Uma maneira de eliminar o viés de otimismo e a deturpação estratégica no planejamento de projetos é adotar métodos de previsão de cima para baixo que dependam de dados históricos, como o Reference Class Forecasting (RCF). As teorias por trás do RCF foram desenvolvidas por Daniel Kahneman e Amos Tversky. Eles descobriram que o julgamento humano é geralmente otimista devido ao excesso de confiança e à consideração insuficiente das informações distributivas sobre os resultados. Quando as pessoas tentam estimar os resultados dos projetos, os custos, os tempos de conclusão e os riscos são frequentemente subestimados, enquanto os benefícios tendem a ser superestimados. Esse erro é causado por uma “visão interna”, em que a atenção se volta para o projeto planejado específico, em vez de se voltar para os resultados históricos reais de projetos anteriores semelhantes.

O RCF adota uma abordagem de cima para baixo que se baseia na ‘visão externa’ de projetos similares anteriores. Ele gera estimativas de custo e tempo com base em dados históricos, leva em conta a subestimação sistemática dos sobrecustos e atrasos nos projetos e corresponde aos níveis de certeza aceitos. O RCF, portanto, contribui para melhorar as previsões ao reduzir o viés das estimativas e, ao mesmo tempo, considerar explicitamente o apetite de risco dos tomadores de decisão. O método tem sido implementado amplamente e com sucesso por governos europeus, incluindo o Reino Unido, e endossado por vários países.

Este documento abrange a consultoria técnica realizada pela Oxford Global Projects (OGP) para analisar os custos históricos, durações, sobrecustos e atrasos no cronograma em obras rodoviárias e ferroviárias brasileiras (incluindo passarelas, pontes, rodovias, túneis e viadutos relacionados) e desenvolver material de orientação para usar o Reference Class Forecasting.

Este trabalho pode ainda ser utilizado como referência para o desenvolvimento do método em outras instituições superiores de controle membros da Olacefs.

O estudo inicia com uma visão geral dos métodos utilizados e da teoria por trás deles. Em seguida, descreve os dados utilizados para a análise. Os resultados da análise são posteriormente apresentados e suas conclusões correspondentes são apresentadas. O relatório termina com recomendações destinadas a melhorar e estimular a investigação futura.

2. ESCOPO DO PROJETO

As instituições superiores de controle (ISC) podem contribuir para melhorar a transparência da administração pública, tornando as falhas visíveis e criando controles internos robustos e eficazes para contribuir para a prevenção da corrupção. A Organização Latino-Americana e do Caribe de Instituições Superiores de Controle (Olacefs) é um órgão internacional, autônomo, independente, apartidário e permanente que atua desde 1963 como um fórum para promover o intercâmbio de conhecimentos relacionados à auditoria e ao controle externo do governo, bem como para fomentar relações de cooperação e capacitação entre seus 22 membros.

A Cooperação Alemã para o Desenvolvimento Sustentável, por meio da Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, em parceria com o Tribunal de Contas da União (TCU) do Brasil e a Organização Latino-Americana e do Caribe das Instituições Superiores de Controle (Olacefs), vem implementando o Projeto Regional Fortalecimento do Controle Externo para a Prevenção e Combate Eficaz da Corrupção (“Projeto”) desde maio de 2021. Preparado pelo Ministério Federal para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (BMZ) da Alemanha, o projeto visa conseguir um envolvimento mais ativo das Organizações da Sociedade Civil (OSCs) nos sistemas nacionais de luta contra a corrupção, incluindo o período atual da pandemia de COVID-19.

Historicamente, os graves problemas de análise de viabilidade técnica, econômica e socioambiental em projetos de infraestrutura nos contextos brasileiro, regional e global são bem conhecidos. E essa situação problemática continua atual, especialmente no que se refere aos aspectos econômicos e socioambientais, devido aos maiores níveis de incerteza relacionados a eles, como processos de desapropriação e medidas mitigadoras ou compensatórias de danos ambientais que podem ser necessárias para a implementação de um determinado projeto. Durante a execução desses projetos de infraestrutura, em geral, observa-se: i) aumentos substanciais nos custos inicialmente previstos; ii) grandes atrasos nos cronogramas de implementação; e iii) reduções nos benefícios originalmente estimados.

Geralmente, essas situações, quando extremas, são as principais causas para paralisação de obras ou para o comprometimento grave da viabilidade das iniciativas, tornando-as, em muitos casos, inviáveis ou menos viáveis do que alternativas que não foram priorizadas.

Como tal, a GIZ (sob a coordenação técnica do Tribunal de Contas da União do Brasil – TCU) contratou a Oxford Global Projects para realizar o trabalho de consultoria “Consultoria técnica para a realização de um estudo sobre a aplicação do método “Reference Class Forecasting” [estimativa com base classe de referência] em obras públicas do setor de transportes brasileiro”. O objetivo da consultoria é desenvolver um Relatório Prático com parâmetros para a aplicação do método Reference Class Forecasting (RCF) para obras rodoviárias e ferroviárias brasileiras (incluindo ligações fixas relacionadas [túneis e pontes]), que, juntamente com outros parâmetros internacionais, podem ser usados como referência para o desenvolvimento do método em outros países membros da Olacefs em caso de dados locais insuficientes. Ao fazê-lo, esta consultoria contribui para melhorar as ofertas de serviços da Olacefs, para a participação ativa das ISC nos sistemas nacionais de combate à corrupção, melhorar a participação dos atores não governamentais para aumentar o âmbito das auditorias das ISC, fortalecer o intercâmbio de cooperação técnica e colaboração das OSC e de outras agências governamentais.

3. METODOLOGIA

3.1 Reference Class Forecasting

Os métodos tradicionais de previsão de projetos incluem Estimativa de 3 Pontos, simulações de Monte Carlo e Gestão do Valor Agregado (em inglês Earned Value Management - EVM), uma vez iniciado o trabalho do projeto. O uso desses métodos levou os projetos a estimar a mediana (50o percentil) ou o modo (mais frequente) com precisão, mas também levou alguns projetos a sofrerem grandes sobrecustos e atrasos no cronograma. Com base em análises históricas e estatísticas, os estudos realizados por especialistas renomados indicam que tais deficiências se devem principalmente ao viés de otimismo ou à deturpação estratégica dos dados nas estimativas iniciais, que são utilizados para justificar, em termos de viabilidade, um determinado projeto de infraestrutura.

Mais especificamente, deturpação estratégica, ou viés político, é intencional, manipulação proposital e/ou distorção da informação. O viés político resulta em previsões de custos e cronogramas artificialmente baixos e em superestimativas dos benefícios, o que leva a sobrecustos e atrasos no cronograma e a déficit nos benefícios. À medida que as pressões político-organizacionais aumentam, os resultados do projeto serão cada vez mais explicados pelo viés político. Deve-se observar que a deturpação estratégica de dados constitui uma fraude que geralmente está associada a grandes esquemas de corrupção, lavagem de dinheiro e pagamentos de suborno a altos funcionários públicos responsáveis pela decisão de implementar os projetos. Portanto, a adoção de mecanismos reconhecidos internacionalmente para reduzir o risco desses fatores indesejáveis em estudos de viabilidade de projetos de infraestrutura é considerada uma medida muito importante para prevenir e combater a corrupção.

O viés do otimismo é a tendência não intencional de ser excessivamente otimista em relação a ações futuras, resultando numa subestimação de custos e prazos. Devido ao viés de otimismo, os responsáveis pelos projetos podem ignorar ou subestimar os riscos/incertezas nas estimativas. O viés de otimismo é o resultado de uma “visão interna”, concentrando-se no projeto em questão e estimando os custos e a duração das atividades de baixo para cima.

Em vez disso, a RCF é uma abordagem de estimativa estabelecida que lida com o viés político e o viés do otimismo ao adotar uma “visão externa” para determinar o valor da contingência, que se baseia na modelagem estatística dos resultados de projetos semelhantes. O RCF é realizado em três etapas: i) definir a classe de referência de projetos semelhantes e coletar os dados necessários; ii) estabelecer a distribuição de probabilidade cumulativa para os resultados; iii) fazer uma previsão que determina o nível de certeza do valor previsto e o aumento correspondente a ser adicionado à estimativa ascendente. A estimativa de baixo para cima funciona reunindo todos os detalhes de um projeto no nível mais minucioso, enquanto na estimativa

de cima para baixo, os gerentes de projeto avaliam o projeto com base em trabalhos anteriores no mesmo projeto ou em projetos semelhantes. Atualmente, o banco de dados internacional da OGP é mais adequado para previsões de baixo para cima, mas a OGP está desenvolvendo classes de referência específicas para o RCF a serem usadas para futuras previsões de risco de cima para baixo.

Como a RCF usa dados históricos de projetos como um indicador da incerteza e do risco de projetos futuros, a eficácia do RCF depende da similaridade da classe de referência. Se o projeto se enquadrar bem na classe de referência, o aumento resultante do RCF fornecerá uma estimativa mais fiável do custo do projeto (Awojobi e Jenkins, 2016; Batselier e Vanhoucke, 2016). Além disso, a eficácia do RCF é influenciada pela dimensão dos projetos e pela dimensão da classe de referência (Batselier e Vanhoucke, 2016; Walczak e Majchrzak, 2018); os projetos têm de ser suficientemente grandes e a classe de referência deve incluir projetos suficientes. Apenas se estes critérios (similaridade, dimensão do projeto e dimensão da classe de referência) forem cumpridos, o RCF terá um desempenho superior aos outros métodos. Em termos práticos, qualquer dado é melhor do que nenhum dado e uma classe de referência que compreende 20-30 projetos anteriores semelhantes é suficientemente robusta para obter informações significativas. Além disso, uma vez reunidos os dados, podem ser analisados para testar estatisticamente semelhanças entre subtipos de projetos na classe de referência ou outras características, por exemplo, dimensão, custo, cronogramas, localização, que podem apresentar perfis de risco estatisticamente significativamente diferentes.

Na etapa final do RCF, a elaboração da previsão, as considerações importantes incluem o apetite ao risco e o conhecimento baseado em evidências de como os projetos dentro da classe de referência se comparam ao projeto em questão. Por exemplo, se os projetos na classe de referência são geralmente executados por equipes mais ou menos experientes do que a equipe do projeto em questão, essa consideração deve influenciar o nível de certeza da previsão selecionado.

3.2 Ajuste da inflação e conversão cambial

Nos dados brasileiros, os custos dos projetos foram indicados em moedas nacionais nominais (não ajustadas à inflação). Por conseguinte, era necessário converter os custos nominais em custos reais (ajustados pela inflação) e depois convertê-los numa moeda comum. Para este trabalho, todos os custos dos dados internacionais foram convertidos para valores em reais brasileiros do ano 2021. Primeiro, os níveis de preços foram ajustados para preços de 2021 usando deflatores implícitos do PIB específicos de cada país do Banco Mundial⁵. Em segundo lugar, todas as moedas nacionais foram convertidas para valores em reais brasileiros usando as taxas de câmbio da paridade do poder de compra (PPC) do Banco Mundial. São calculados como uma média anual baseada em médias mensais (unidades monetárias locais em relação ao dólar americano).

⁵ International Comparison Program, World Bank | World Development Indicators database, World Bank | Eurostat-OECD PPP Programme. (n.d.). PPP conversion factor, GDP (LCU per international \$). Obtido em 23 de março de 2023, de <https://data.worldbank.org/indicator/PA.NUS.PPP>

3.3 Análise Estatística

Realizamos a seguinte análise estatística dentro de cada categoria de projeto: primeiro, estatísticas descritivas básicas foram calculadas e relatadas para cada amostra de dados. Elas incluem o número de projetos em cada categoria de projeto, bem como a média e os percentis selecionados de sobrecustos, atrasos no cronograma e custos unitários.

Em seguida, comparamos as diferentes métricas por geografia para podermos fazer inferências sobre o desempenho do projeto no Brasil versus o desempenho do projeto em outras regiões do mundo. Embora as estatísticas descritivas forneçam uma visão geral dos padrões dos dados, incluindo eventuais diferenças de médias ou de distribuições, estas diferenças nem sempre são estatisticamente significativas, devido, por exemplo, a pequenas dimensões das amostras. Portanto, outro método foi usado para testar se a amostra brasileira é estatisticamente diferente de outros países: testes de soma de classificação de Wilcoxon bicaudais, também conhecidos como Testes U de Mann-Whitney. O teste de soma de classificação de Wilcoxon é usado para testar se duas amostras têm probabilidade de derivar da mesma população (ou seja, se as duas populações têm distribuições de formato semelhante). Às vezes, esse teste é interpretado como um teste da hipótese nula, indicando se as medianas de duas distribuições são iguais. Os testes foram ajustados usando os ajustes de Holm para controlar as taxas de erro por família. Os testes de soma de classificação de Wilcoxon são preferíveis aos testes T clássicos quando os dados não seguem distribuições normais. Para cada teste concluído, são informadas a mediana e a estatística p.

4. DADOS

Este relatório estatístico baseia-se em duas fontes de dados diferentes. Os dados de custos e cronograma dos projetos rodoviários e ferroviários no Brasil foram fornecidos pelo Tribunal de Contas da União (TCU) do Brasil, que é o órgão do governo federal responsável pela auditoria externa dos gastos públicos. Os dados brasileiros são divididos em duas amostras: ferrovias e rodovias/ligações fixas [túneis e pontes]. A amostra ferroviária compreende 39 contratos de três projetos ferroviários globais, enquanto a amostra rodoviária e de ligação fixa compreende 358 contratos. No entanto, o número total de projetos individuais na amostra de rodovias e de ligação fixa não pôde ser determinado de forma fiável, como se explica a seguir.

Ressalta-se que o TCU não é responsável pela gestão dos dados de Infraestrutura no Brasil, apenas solicitou o acesso aos dados disponibilizados pelos órgãos governamentais responsáveis pelas obras públicas de cada setor. Os dados de rodovias e ligações fixas [túneis e pontes] foram obtidos junto ao Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) por meio do sistema SIMDNIT⁶ e pelo site do DNIT⁷, acessado em abril de 2022. Os dados ferroviários foram obtidos da empresa pública Valec (atualmente Infra S/A) por meio de resposta a solicitações por ofícios⁸ em maio de 2022.

⁶ <http://servicos.dnit.gov.br/simdnit/asp/Main.aspx>

⁷ <https://www1.dnit.gov.br/editais/consulta/editais2.asp>

⁸ TC 003.185/2011-7, Letter 495/2022/ADMIN-VALEC/PRESI-VALEC

Além dos dados brasileiros, os dados de custos e cronograma de projetos internacionais nos domínios de rodovias, ferrovias, pontes e túneis foram obtidos do banco de dados da Oxford Global Projects (OGP). O banco de dados da OGP consiste inteiramente de dados em nível de projeto, enquanto os conjuntos de dados brasileiros são agrupados em nível de contrato, que pode abranger apenas parte do projeto. Isso porque é comum que os contratos de obras públicas no Brasil terminem sem a devida conclusão do projeto como um todo, muitas vezes exigindo a assinatura de contratos adicionais para complementação da obra. No entanto, os dados recolhidos no Brasil não revelam uma ligação clara entre os contratos e o empreendimento (projeto). Como resultado, há uma diferença conceitual entre o conteúdo dos dados das bases brasileiras e da base de dados OGP, e uma comparação direta não é inicialmente possível.

Para permitir uma comparação significativa, os contratos da amostra da ferrovia brasileira foram agrupados em projetos por local. No entanto, a comparação estatística é limitada pelo fato de que isso resultou em apenas três pontos de dados totais. Portanto, quaisquer generalizações sobre os projetos ferroviários brasileiros com base nos dados brasileiros devem ser feitas com cautela. No entanto, a comparação entre os projetos brasileiros e os dados internacionais esclarece sobre a extensão dos sobrecustos e atrasos no cronograma no Brasil e como eles se comparam com outros países.

4.1 Introdução aos dados

Amostra de rodovias e ligações fixas brasileiras

O conjunto de dados de rodovias e ligações fixas do Brasil contém contratos de construção de rodovias, pontes e túneis. No conjunto de dados, as variáveis de interesse são *“Objeto de intervenção”*, *“Trecho”*, *“Estado”*, *“Extensão (km)”*, *“Status do contrato”*, *“Data de assinatura”*, *“Valor contratado”*, *“Valor inicialmente contratado + aditivos”*, *“Valor estimado na fase de licitação”*, *“Prazo estimado na fase de assinatura do contrato”* e *“Prazo efetivo ou previsão atualizada”*.

Objeto da intervenção refere-se ao tipo de construção de rodovias. Um projeto de construção de rodovias pode ser uma rodovia, uma ponte ou um túnel. O *‘Trecho’* é o nome da rodovia afetada, e *‘Estado’* é a sua localização no Brasil. *Extensão (km)* indica o comprimento em km do projeto/contrato rodoviário. *‘Status do contrato’* é a situação do contrato. Um contrato de construção de rodovias pode ser suspenso, em andamento ou concluído. A *“data de assinatura”* indica a data de início do projeto/contrato. *“Valor contratado”* indica o custo estimado do projeto/contrato (ajustado para reais em 2021). *“Valor inicialmente contratado + alterações”* reflete o valor da estimativa de custo do contrato/projeto após o contratado ter solicitado modificações na estimativa de custo e/ou cronograma (ajustado para reais em 2021). O *“Prazo estimado na fase de assinatura do contrato”* reflete o prazo estimado do projeto. O *“Prazo efetivo ou previsão atualizada”* reflete o prazo real do projeto/contrato.

Amostra de ferrovias brasileiras

O conjunto de dados ferroviários do Brasil contém contratos sobre construções ferroviárias. No conjunto de dados, as variáveis de interesse são ‘Localização da obra’, ‘Lote/parte’, ‘Extensão (km)’, ‘Status do contrato’, ‘Data de assinatura’, ‘Valor contratado’, ‘Valor estimado na fase de estudo de viabilidade’, ‘Valor estimado na fase de licitação’, ‘Porcentagem de execução financeira do contrato’, ‘Valor inicialmente contratado + aditivos’, ‘Prazo estimado na fase de assinatura do contrato’, e ‘Prazo efetivo ou previsão atualizada’. ‘Localização da obra’ refere-se às localizações das linhas ferroviárias do projeto, das quais existem três no conjunto de dados, FIOL (Ferrovia Oeste-Leste), FNS (Ferrovia Norte-Sul) e a Extensão Sul. ‘Lote’ continham informações importantes apenas para fins de correspondência dos contratos com os respectivos projetos/contratos. ‘Extensão (km)’ indica o comprimento em km do contrato ferroviário. ‘Status do contrato’ é a situação do contrato. Nos dados das ferrovias brasileiras, os status do contrato eram encerrados, em processo de encerramento, ativo ou inativo. “Data de assinatura” indica a data de início do contrato. “Valor contratado” indica o custo inicial do contrato acordado entre o governo e o licitante vencedor (ajustado para reais em 2021). “Valor estimado na fase de estudo de viabilidade” reflete o custo estimado do contrato/projeto no momento do estudo de viabilidade. “Valor estimado na fase de licitação” reflete o custo estimado do contrato/projeto no momento da fase de licitação (ajustado para reais em 2021). “Valor contratado + aditivos” reflete o valor da estimativa de custo do contrato/projeto após o contratado ter solicitado modificações na estimativa de custo e/ou cronograma (ajustado para R\$ 2021). ‘Pagamento efetivo’ reflete o custo real do contrato/projeto (ajustado para reais em 2021). O “Prazo estimado na fase de assinatura do contrato” reflete o prazo estimado do projeto. O “Prazo efetivo ou previsão atualizada” reflete o prazo real do projeto/contrato.

Tabela 1 mostra o número de contratos e projetos de cada categoria de projeto dos dados brasileiros.

CATEGORIA	NÚMERO DE CONTRATOS	NÚMERO DE CONTRATOS CONCLUÍDOS	NÚMERO DE PROJETOS
Ferrovia	39	18	3
Rodovia	270	193	n/a
Ponte	83	64	n/a
Túnel	5	5	n/a

Tabela1: Resumo dos dados brasileiros

Base de dados internacional da OGP

O banco de dados internacional de projetos da OGP sobre construções de rodovias, ferrovias, pontes e túneis. No conjunto de dados da OGP, as variáveis de interesse incluíram ‘Tipo de projeto’, ‘Região’, ‘extensão (km)’, ‘Data de assinatura’, ‘Valor contratado’, ‘Pagamento efetivo’, ‘Prazo estimado, e Prazo efetivo’. ‘Tipo de projeto’ refere-se ao tipo de construção. Um projeto de construção pode ser ferroviário, rodoviário, ponte ou túnel. *Região* é o continente em que se situa o projeto. Pode ser na Europa, América do Sul, América do Norte, África, Ásia ou Oceania. *Extensão (km)* indica o comprimento do projeto de construção em quilômetros. *Data de assinatura* indica a data de início do projeto. *Valor contratado* indica o custo estimado do projeto (ajustado para reais em 2021). *Pagamento efetivo* reflete o custo real do projeto (ajustado para reais em 2021). O *Prazo estimado* reflete o prazo previsto para o projeto na fase de assinatura do contrato. *Prazo efetivo* reflete a data real de conclusão do projeto.

A categoria, número de projetos e exemplos de subtipos de projeto são apresentados na [Tabela 2](#).

CATEGORIA	NÚMERO DE PROJETOS	EXEMPLO DE SUBTIPOS DE PROJETO
Ferrovia	1269	Trem leve, trem convencional, trem urbano, trem de alta velocidade
Rodovia	3190	Rodovias principais, rodovias, vias expressas
Ponte	84	Suspensa, estaiada, elevada
Túnel	127	Cavar e cobrir, ligação fixa, túnel submerso

Tabela 2: Resumo dos dados da OGP.

4.2 Desafios

O benchmarking de projetos requer uma comparação direta adequada entre os custos de entrega e os resultados. Além disso, o cálculo dos custos unitários e a conversão dos custos em preços comuns envolve selecionar e comparar projetos semelhantes em termos de escopo e de desenho.

Um problema encontrado no decorrer dessa análise é a falta de características detalhadas dos projetos nos dados brasileiros (por exemplo, número de faixas/trilhos, construção urbana/rural, construção greenfield/brownfield etc.). Como os projetos geralmente variam em termos de contexto ou desenho, não foi possível comparar significativamente os custos unitários brasileiros com dados internacionais.

Outra questão que afeta as implicações desta análise é a base de dados diferente entre os conjuntos de dados. Os dados internacionais fornecidos pela OGP são baseados em projetos, em contraste com os dados brasileiros, que consistem em contratos que não são necessariamente projetos individuais. Como a eficácia da RCF depende da similaridade da classe de referência, a OGP primeiro teve que identificar os contratos que pertenciam a cada projeto individual para comparar os dados brasileiros com os conjuntos de dados internacionais.

De acordo com as Leis no 8.666/1993, 10.520/2002, 12.462/2011 e 14.133/2021 que é atualmente o principal marco legal para a aquisição de contratos governamentais no Brasil, se os contratos de obras, serviços ou compras excederem o custo pretendido em 25% e os contratos de renovação/reforma de edifícios ou equipamentos excederem o custo pretendido em 50%, um novo contrato poderá ser necessário (por meio de um novo processo de licitação) para dar continuidade ao projeto. O novo contrato não é obrigado a refletir ou fazer referência ao custo ou à duração originalmente previstos para o projeto em questão, o que torna altamente desafiadores os cálculos precisos de sobrecustos e atrasos de projetos que consistem em vários contratos. Esta circunstância legal pode ser vista claramente nos conjuntos de dados brasileiros. As Figura 1 e Figura 2 mostram que os dados são truncados a um sobrecusto de 25% em ambas as amostras de dados brasileiras. Nos dados brasileiros sobre rodovias e ligações fixas, todos os contratos parecem ter sobrecustos iguais ou inferiores a 25% (Figura 1).

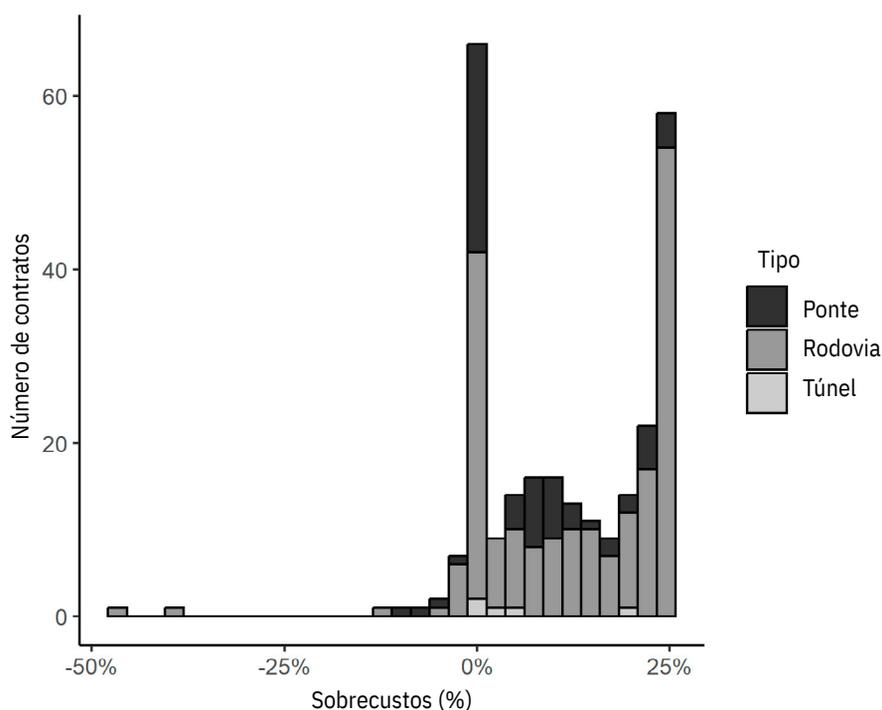


Figura 1: o histograma exibe os valores de sobrecustos dos contratos concluídos e suas frequências em todo o conjunto de dados de rodovias e ligações fixas do Brasil

Uma tendência semelhante é aparente no conjunto de dados ferroviários do Brasil (Figura 2). Podemos observar um alto acúmulo de contratos com sobrecustos = 25%.

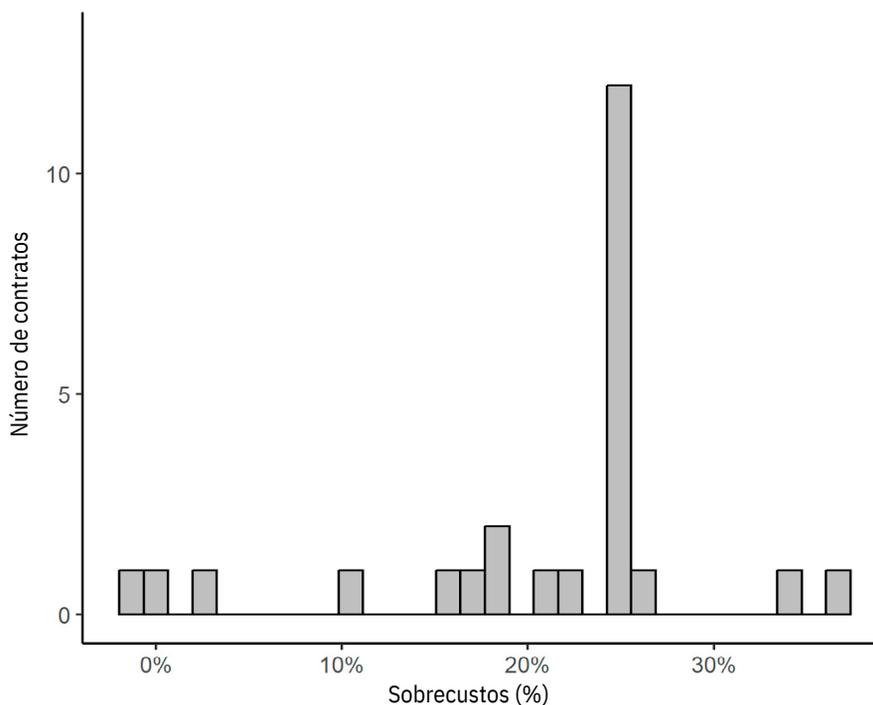


Figura 2: o histograma exibe os valores de sobrecustos dos contratos concluídos e suas frequências em todo o conjunto de dados ferroviários do Brasil.

Por esse motivo, o TCU se esforçou para atualizar os conjuntos de dados para refletir projetos inteiros em vez de contratos, o que resultou na diminuição do tamanho da amostra para a amostra ferroviária, pois os contratos foram agrupados em seus projetos apropriados. No entanto, mesmo após esse ajuste, os dados brasileiros ainda mostram um pico de 25% de sobrecustos, o que sugere que a agrupação dos contratos nos mesmos pacotes de obras não foi totalmente bem-sucedida. Os dados provavelmente ainda representam uma mistura de contratos e projetos.

Considerando este problema, foi proposta uma abordagem adicional para a amostra ferroviária brasileira, que permitiu compilar os dados dos contratos em projetos, atribuindo cada um deles a uma das três principais linhas ferroviárias do Brasil, a FIOL (Ferrovia de Integração Oeste-Leste), a FNS (Ferrovia Norte-Sul) e a Extensão Sul [da Ferrovia Norte Sul]. A OGP utilizou as três principais linhas ferroviárias brasileiras como referência (proxies) para três projetos individuais. Infelizmente, não foi possível agrupar os contratos de forma alternativa para a amostra brasileira de rodovias e ligações fixas.

4.3 Cálculo das métricas de desempenho

Para o cálculo de todas as métricas de desempenho, apenas foram considerados os projetos com o status de “concluído”.

Os sobrecustos são calculados como:

$$\frac{\text{Pagamento efetivo}}{\text{Valor contratado} \cdot \text{Percentual de execução financeira}}$$

, onde o numerador é o *custo real pago do projeto em reais em 2021* e denominador é o *custo estimado do projeto em reais em 2021 multiplicado pela porcentagem total do projeto*.

Os atrasos no cronograma são calculados como:

$$\frac{\text{Prazo efetivo ou previsão atualizada} - \text{Data de assinatura}}{\text{Prazo estimado no contrato} - \text{Data de assinatura} \cdot \text{Percentual de execução financeira}}$$

, onde o numerador é *duração real do projeto em dias* e o denominador é a *duração estimada do projeto multiplicada pela porcentagem total do projeto*.

Custo unitário, ou custo por quilômetro de faixa, é calculado como:

$$\frac{\text{Pagamento efetivo}}{\text{Extensão (km)} \cdot \text{Número de faixas}}$$

em que o numerador é o *custo real do projeto em reais* e o denominador mede o tamanho do projeto em km de faixa (ou km número de trilhos para projetos ferroviários).

Observe que, para o cálculo dos sobrecustos e atrasos, a ‘porcentagem de execução financeira’ é usado para fins de correção. Isso ocorre porque os contratos brasileiros podem ser denominados como “concluídos” (status do projeto = “concluído”), mas serem de fato incompletos em termos do escopo original do contrato. Portanto, o custo e a duração podem não refletir a obra originalmente projetada, mas apenas uma parte dela. Para levar isso em conta, o custo hipotético e a duração da conclusão são estimados para projetos não concluídos. Isso é feito dividindo-se o custo efetivo e a duração pela porcentagem de execução do contrato. Observe também que se supõe um tipo linear de desenvolvimento de projeto. Isso significa que, se, por exemplo, 20% do escopo do projeto estiver faltando, será estimado que a conclusão do contrato exigirá 20% a mais de tempo e dinheiro. Além disso, ‘Porcentagem de execução financeira’ é usado como referência (proxy) para a conclusão física do projeto, uma vez que não havia dados completos disponíveis sobre o status real de conclusão física do projeto no conjunto de dados do Brasil.⁹

⁹ Para os dados disponíveis, verificou-se que o progresso financeiro dos contratos brasileiros, em média, difere apenas cerca de 1% do progresso físico. Por conseguinte, a porcentagem de execução financeira parece ser uma referência (proxy) válida para a porcentagem de execução física real.

A ‘*Porcentagem de execução financeira do contrato*’ é calculada da seguinte forma:

$$\frac{\text{Valor contratado + aditivos}}{\text{Pagamento efetivo}}$$

, em outras palavras, a porcentagem do ‘*Valor contratado + aditivos*’ que foi coberto pelo ‘*Pagamento efetivo*’.

Observe que, com essa definição de “*Percentual de execução financeira do contrato*”, o cálculo dos sobrecustos se resume basicamente ao seguinte:

$$\frac{\text{Valor contratado + aditivos}}{\text{Valor contratado}}$$

, o que significa que os sobrecustos são mensurados pelas alterações acrescentadas ao contrato, ou seja, pelas modificações da estimativa de custos solicitadas pelo contratante.

Os dados da OGP, por outro lado, incluem apenas os projetos concluídos. Portanto, uma correção como a explicada acima não é necessária para outros projetos internacionais.

Para além do cálculo descrito anteriormente para os sobrecustos utilizando o *Valor contratado* como custo estimado do projeto, outras medidas foram consideradas nos dados brasileiros. Esses sobrecustos adicionais são calculados com o “*Valor estimado no estágio de viabilidade*” e o “*Valor estimado no estágio de licitação*” como medidas para os custos estimados do projeto. Dos três cálculos de sobrecustos, os sobrecustos calculados a partir de estimativas da fase de viabilidade têm a maior variabilidade em todo o conjunto de dados brasileiro e esses sobrecustos não parecem experimentar o mesmo truncamento de sobrecustos em 25% que é observado nos outros dois cálculos de sobrecustos. Idealmente, o *Valor estimado na fase de viabilidade* deve ser utilizado como medida para o custo estimado do projeto nesta análise. No entanto, isso não foi possível devido ao pequeno número de observações contendo dados sobre essa variável. Por outro lado, ao variar entre o “*Valor contratado*” e o “*valor estimado na fase de licitação*”, não foram encontradas diferenças significativas nos sobrecustos resultantes.

Depois de identificar quais contratos formavam projetos inteiros, a OGP calculou os sobrecustos em todo o projeto da seguinte forma. O “*Valor contratado*” para todo o projeto é mantido igual ao do primeiro contrato do projeto. O “*Valor inicialmente contratado + aditivos*” é calculado como a soma dos custos reais de cada contrato dentro do projeto.

Do mesmo modo, os atrasos no cronograma são calculados do seguinte modo. *Duração estimada do projeto* é a duração estimada do primeiro contrato e a *duração real do projeto* é calculada como a soma das durações reais de cada contrato do projeto.

Para a análise adicional das ferrovias brasileiras, em que todos os projetos são divididos em três projetos correspondentes à localização da linha ferroviária, FIOL (Ferrovia Oeste-Leste), FNS (Ferrovia Norte-Sul) e a Extensão Sul da Ferrovia Norte-Sul, os cálculos foram realizados da seguinte forma. O *Valor contratado* para cada localização da linha férrea foi calculado como a soma dos custos estimados de cada projeto, com contratos suplementares excluídos do cálculo. O *Pagamento efetivo* para cada localização da linha férrea foi calculado como a soma dos custos reais de cada projeto em cada localização, com contratos complementares incluídos no cálculo. Os sobrecustos são então calculados conforme indicado acima. A duração estimada do projeto para cada localização da linha férrea foi calculada como a soma das durações estimadas para cada projeto em cada localização e a duração real do projeto é calculada como a soma das durações reais de cada projeto. Os atrasos no cronograma são então calculados conforme indicado acima.

5. ANÁLISE

Na apresentação dos resultados na seção seguinte, RCF 50 é a mediana e RCF 80 é o percentil 80. Por exemplo, se 80% dos projetos rodoviários europeus da classe de referência tiveram um sobrecusto igual ou inferior a 50% em comparação com a estimativa de custos de base, expressamos isso da seguinte forma: $RCF\ 80 = 50\%$. Adotamos essa linguagem para ajudar os projetos a diferenciar claramente entre as estimativas de risco de baixo para cima, que se referem, por exemplo, a P50 e P80, e os resultados das análises de classe de referência. Nas tabelas abaixo, a amostra de dados ferroviários brasileiros é apresentada tanto no nível do contrato (n=18 contratos) quanto no nível do projeto (n=3 projetos).

5.1 Sobrecustos

5.1.1 Estatísticas descritivas

Tabela 3 mostra uma visão geral descritiva dos sobrecustos para dados de rodovias, ferrovias, pontes e túneis. Observe que os números brasileiros são provenientes do conjunto de dados do Brasil, que é medido no nível do contrato. Isso contrasta com os outros dados internacionais do banco de dados da OGP, que estão no nível do projeto. No entanto, há uma linha adicional para projetos ferroviários brasileiros rotulados como “Brasil (projetos)”, que mostra estatísticas para dados brasileiros consolidados agrupados em projetos por localização. Essa consolidação de dados de contrato não era viável para nenhum outro tipo além de ferrovia.

TIPO	REGIÃO	TAMANHO DA AMOSTRA	MÉDIA	FREQUÊNCIA DE EXCESSOS	MEDIANA (RCF 50)	RCF 80	FAIXA HISTÓRICA
Rodovia	Brasil	193	12%	8 out of 10	14%	25%	2005 – 2021
	Europa	1645	12%	5 out of 10	1%	21%	1969 – 2016
	América do Sul	41	53%	9 out of 10	59%	59%	1998 – 2007
	África	11	67%	8 out of 10	29%	65%	1990 – 2004
	Ásia	261	18%	7 out of 10	13%	29%	1982 – 2007
	Oceania	40	43%	7 out of 10	12%	65%	1995 – 2020
	América do Norte	76	16%	5 out of 10	0%	18%	1941 – 2021
	Global	2267	14%	6 out of 10	4%	24%	1941 – 2021
Ferrovia	Brasil	18	27%	9 out of 10	25%	30%	2002 – 2017
	Brasil (projetos)	3	38%	10 out of 10	39%	44%	2002 – 2017
	Europa	238	32%	7 out of 10	12%	55%	1954 – 2017
	South America	2	25%	5 out of 10	25%	45%	1976 – 1985
	América do Sul	1	71%	10 out of 10	71%	71%	2002
	África	67	44%	7 out of 10	20%	66%	1966 – 2011
	Ásia	22	8%	5 out of 10	0%	14%	2013 – 2021
	North America	198	28%	7 out of 10	15%	54%	1898 – 2017
Global	546	31%	7 out of 10	14%	55%	1898 – 2021	
Ponte	Brasil	64	7%	6 out of 10	6%	16%	2005 – 2019
	Europa	29	27%	6 out of 10	15%	61%	1962 – 2006
	Ásia	6	34%	8 out of 10	14%	87%	1985 – 2009
	Oceania	1	113%	10 out of 10	113%	113%	1932
	América do Norte	19	24%	6 out of 10	3%	33%	1869 – 2016
	Global	119	17%	6 out of 10	7%	23%	1869 – 2016
Túnel	Brasil	5	5%	6 out of 10	3%	7%	2006 – 2013
	Europa	54	35%	7 out of 10	25%	71%	1963 – 2016
	América do Sul	1	79%	10 out of 10	79%	79%	1939
	Ásia	4	14%	10 out of 10	14%	22%	1986 – 2007
	Oceania	7	30%	10 out of 10	33%	40%	1982 – 2010
	América do Norte	4	81%	8 out of 10	57%	128%	1919 – 2007
	Global	75	33%	7 out of 10	23%	64%	1919 – 2016

Tabela3: visão geral dos sobrecustos nos dados internacionais usados para a construção da classe de referência.

Nota: Os dados brasileiros listados aqui estão no nível do contrato em comparação com o restante dos dados que estão no nível do projeto. Uma exceção é o 'Brasil (projetos)', que estima um nível de projeto consolidando contratos por localização.

A Figura 3 compara os sobrecustos dos projetos de rodovias, ferrovias, pontes e túneis por região. A observação de interesse é o valor médio dos sobrecustos em cada região, representado pela linha horizontal em negrito em cada boxplot (diagrama de caixa). Essas medidas servem como pontos de referência valiosos com os quais projetos semelhantes devem ser comparados.

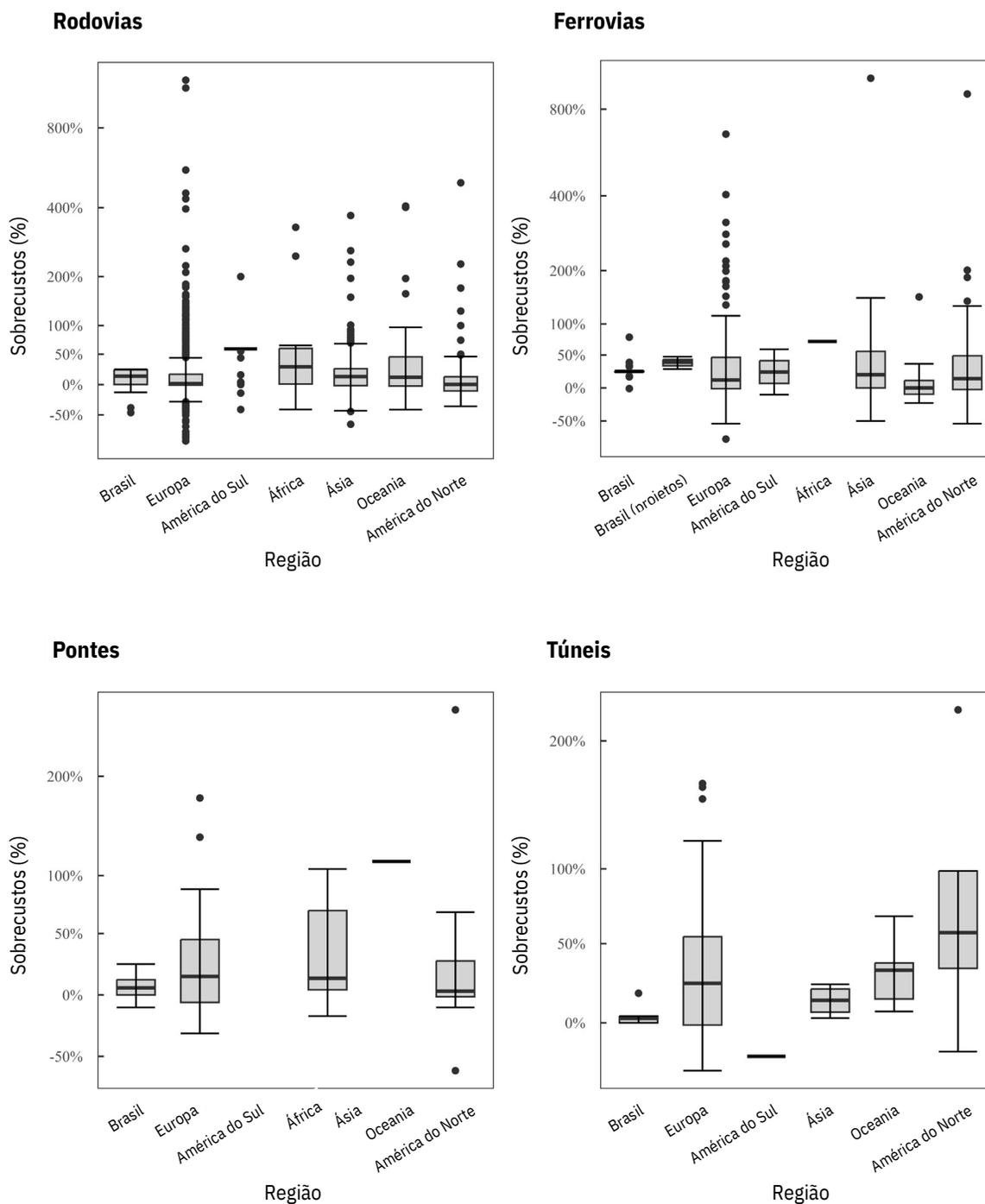


Figura 3: boxplots comparando os sobrecustos entre os tipos de projetos relevantes na base de dados da OGP.

5.1.2 Testes Estatísticos

Tabela 4 relata os resultados dos testes de soma de classificação de Wilcoxon que são utilizados para identificar se existe uma diferença estatisticamente significativa na distribuição de sobrecustos no Brasil versus em outros grupos de Países. Os testes de soma de classificação de Wilcoxon neste estudo indicam que os sobrecustos de **projetos rodoviários** são mais elevados em *Brasil* ($Md = 14\%$) quando comparado com *Europa* ($Md = 1\%$) e *América do Norte* ($Md = 0\%$) mas menores do que para *América do Sul* ($Md = 59\%$). Além disso, diferenças estatisticamente significativas em **projetos ferroviários** foram encontradas entre *Brasil* ($Md = 25\%$) e *Oceania* ($Md = 0\%$). **Para os tipos de projetos de pontes e túneis** não há diferenças estatisticamente significativas com o Brasil.

DIFERENÇAS ENTRE SOBRECUSTOS NO BRASIL E:	TIPO DE PROJETO	valor-p
Europa	Rodovia	5e-09***
América do Norte	Rodovia	2e-05***
América do Sul	Rodovia	2e-13***
Oceania	Ferrovia	3e-04***

Observação: indicadores de significância estatística: Rejeitar a hipótese nula de que as amostras derivam da mesma distribuição nos seguintes níveis: * $p < 5\%$; ** $p < 1\%$; *** $p < 0,1\%$

Tabela 4: Testes de soma de classificação de Wilcoxon para a significância estatística das diferenças nos sobrecustos

5.2 Atraso

5.2.1 Estatísticas descritivas

Tabela 5 mostra uma visão geral descritiva dos atrasos para dados de rodovias, ferrovias, pontes e túneis. Observe que os números brasileiros são provenientes do conjunto de dados do Brasil [não foram provenientes do banco de dados da OGP], que é medido no nível do contrato. Isso contrasta com os outros dados internacionais do banco de dados da OGP, que estão no nível do projeto. No entanto, há uma linha adicional para projetos ferroviários brasileiros rotulados como “Brasil (projetos)”, que mostra estatísticas para dados brasileiros consolidados agrupados em projetos por empreendimento. Essa consolidação de dados de contrato não era viável para nenhum outro tipo além de ferrovia.

TIPO	REGIÃO	TAMANHO DA AMOSTRA	MÉDIA	FREQUÊNCIA DE EXCESSOS	MEDIANA (RCF 50)	RCF 80	FAIXA HISTÓRICA
Rodovia	Brasil	193	103%	10 em 10	76%	147%	2005 – 2021
	Europa	249	39%	6 em 10	15%	64%	1971 – 2016
	América do Sul	15	34%	6 em 10	17%	70%	1998 – 2017
	África	6	133%	10 em 10	140%	209%	1992 – 2003
	Ásia	127	28%	6 em 10	14%	50%	1985 – 2007
	Oceania	37	1%	4 em 10	0%	9%	1989 – 2011
	América do Norte	23	39%	4 em 10	0%	21%	1941 – 2021
	Global	650	55%	7 em 10	27%	100%	1941 – 2021
Ferrovia	Brasil	18	405%	10 em 10	407%	497%	2002 – 2017
	Brasil (projetos)	3	439%	10 em 10	445%	457%	2002 – 2017
	Europa	24	45%	8 em 10	18%	85%	1974 – 2011
	Ásia	46	19%	5 em 10	8%	50%	1971 – 2011
	Oceania	12	10%	5 em 10	2%	26%	Unavailable
	América do Norte	50	40%	7 em 10	20%	55%	1898 – 2016
Global	150	76%	7 em 10	20%	100%	1898 – 2016	
Ponte	Brasil	64	145%	10 em 10	100%	187%	2005 – 2019
	Europa	15	22%	7 em 10	19%	37%	1967 – 2010
	Ásia	6	26%	7 em 10	20%	76%	1989 – 2009
	América do Norte	4	10%	5 em 10	7.5%	24%	1927 – 1997
	Global	89	110%	9 em 10	4163	142%	1927 – 2010
Túnel	Brasil	5	25%	6 em 10	0%	24%	2006 – 2013
	Europa	16	23%	6 em 10	2%	36%	1976 – 2016
	Ásia	2	-1%	5 em 10	-1%	7%	1986 – 1997
	Oceania	7	6%	4 em 10	-1%	9%	1982 – 2007
	América do Norte	2	85%	10 em 10	85%	86%	1987 – 2007
	Global	32	22%	6 em 10	1%	42%	1976 – 2016

Tabela 5: visão geral dos atrasos no cronograma nos dados internacionais usados para a construção da classe de referência.

Nota: Os dados brasileiros listados aqui estão no nível do contrato em comparação com o restante dos dados que estão no nível do projeto. Uma exceção é o 'Brasil (projetos)', que estima um nível de projeto consolidando contratos por empreendimento.

Figura 4 compara os atrasos dos projetos de rodovias, ferrovias, pontes e túneis por região. A observação de interesse é o valor médio dos sobrecustos em cada região, representado pela linha horizontal em negrito em cada boxplot (diagrama de caixa). Essas medidas servem como pontos de referência valiosos com os quais projetos semelhantes devem ser comparados.

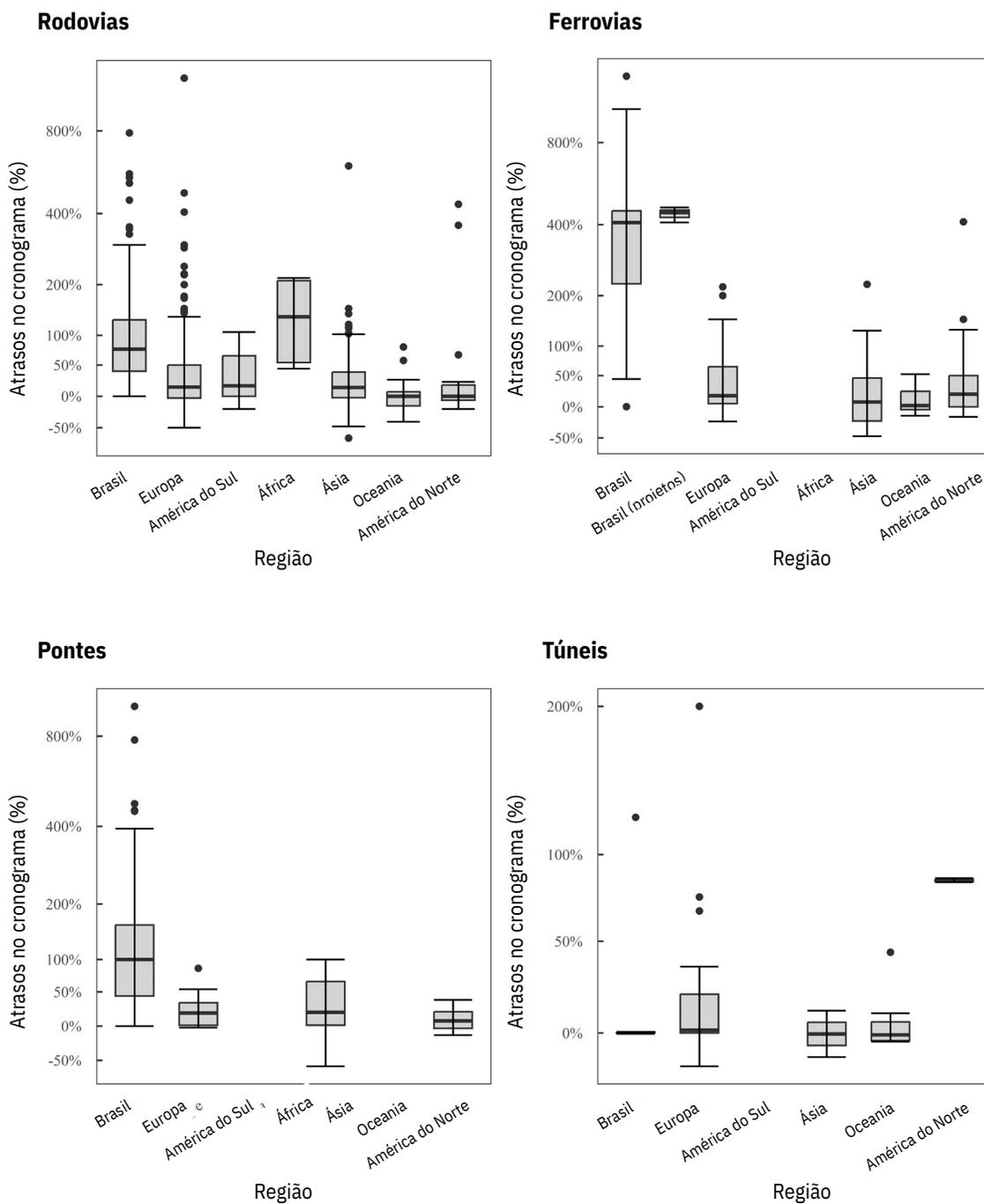


Figura 4: boxplots comparando os atrasos no cronograma entre os tipos de projeto relevantes na base de dados da OGP.

5.2.2 Testes Estatísticos

Tabela 6 relata os resultados dos testes de soma de classificação de Wilcoxon que são utilizados para identificar se existe uma diferença estatisticamente significativa na distribuição dos atrasos no cronograma no Brasil em relação a outros grupos de países. *Brasil* ($Md = 76\%$) experimenta maiores atrasos no cronograma em **projetos rodoviários** quando comparado com a *Ásia* ($Md = 14\%$), *Europa* ($Md = 15\%$), *América do Norte* ($Md = 0\%$), *Oceania* ($Md = 0\%$) e *América do Sul* ($Md = 17\%$). **Projetos ferroviários** têm também maiores atrasos no cronograma no *Brasil* ($Md = 407\%$) quando comparados com a *Ásia* ($Md = 8\%$), *Europa* ($Md = 18\%$), *América do Norte* ($Md = 20\%$) e *Oceania* ($Md = 2\%$). Além disso, diferenças estatisticamente significativas nos atrasos no cronograma para **projetos de pontes** foram encontradas. Parece que os projetos de construção de pontes no *Brasil* ($Md = 100\%$) têm maiores atrasos no cronograma do que na *Europa* ($Md = 19\%$). Há também algumas evidências fracas (valor de $p < 6\%$) que os atrasos no cronograma para os projetos de ponte são mais elevados do que os da *América do Norte* ($Md = 8\%$) Para **projetos de túneis** não há diferenças estatisticamente significativas com o Brasil.

DIFERENÇAS ENTRE OS ATRASOS DO BRASIL E:	TIPO DE PROJETO	valor-p
Ásia	Rodovia	Europa
Europa	Rodovia	Europa
América do Norte	Rodovia	5e-07***
Oceania	Rodovia	4e-16***
América do Sul	Rodovia	0.013*
Ásia	Ferrovia	4e-08***
Europa	Ferrovia	7e-06***
América do Norte	Ferrovia	1e-07***
Oceania	Ferrovia	2e-06***
Europa	Ponte	7e-04***
América do Norte	Ponte	0,055

Observação: indicadores de significância estatística: Rejeitar a hipótese nula de que as amostras derivam da mesma distribuição nos seguintes níveis: * $p < 5\%$; ** $p < 1\%$; *** $p < 0,1\%$

Tabela 6: Testes de soma de classificação de Wilcoxon para a significância estatística das diferenças nos atrasos no cronograma

5.3 Custo por quilômetro de faixa

5.3.1 Estatísticas descritivas

Tabela 7 mostra uma visão geral descritiva do custo por quilômetro (valor em reais de 2021) para dados internacionais de rodovias, ferrovias, pontes e túneis. Não foi possível calcular o custo por quilômetro de faixa nos dados brasileiros, uma vez que não havia informações disponíveis sobre o tamanho real do projeto, como o número de faixas (número de trilhos para ferrovias, respectivamente) ou a largura da rodovia. Além disso, os contratos dos conjuntos de dados brasileiros não consideram os mesmos custos que os projetos dos dados da OGP. Os dados da OGP incluem custos de projeto, desapropriação, supervisão, gestão dos impactos ambientais e custos de fornecimento. Assim, não é viável uma comparação dos custos unitários em valores absolutos entre dados internacionais e brasileiros.

TIPO	REGIÃO	TAMANHO DA AMOSTRA	MÉDIA	MEDIANA (RCF 50)	RCF 80	FAIXA HISTÓRICA
Rodovias	Europa	182	19	6	11	1969 – 2016
	América do Sul	1	8	8	8	2007
	Ásia	53	23	12	20	1982 – 2007
	Oceania	5	16	17	27	1995 – 2020
	América do Norte	12	8	4	11	1941 – 2021
	Global	253	18	5	11	1941 – 2021
Ferrovias	Europa	11	77	52	115	1954 – 2017
	Ásia	12	24	24	34	1966 – 2011
	América do Norte	27	95	52	96	1898 – 2017
	Global	50	55	27	70	1898 – 2021
Ponte	Europa	8	127	114	201	1962 – 2006
	Ásia	5	241	82	330	1985 – 2009
	América do Norte	2	65	65	89	1869 – 2016
	Global	15	59	5	78	1869 – 2016
Túnel	Europa	13	478	50	152	1963 – 2016
	América do Sul	1	34	34	34	1939
	Ásia	1	15	15	15	1986 – 2007
	Global	15	324	49	101	1919 – 2016

Tabela 7: visão geral do custo por quilômetro de faixa em milhões de reais; dados internacionais utilizados para a construção da classe de referência.

Figura 5 compara o custo por quilômetro de faixa dos projetos rodoviários, ferroviários, de pontes e túneis por região. A observação de interesse é o valor médio do custo unitário em cada região, representado pela linha horizontal em negrito em cada boxplot (diagrama de caixa). Essas medidas servem como pontos de referência valiosos com os quais projetos semelhantes devem ser comparados.

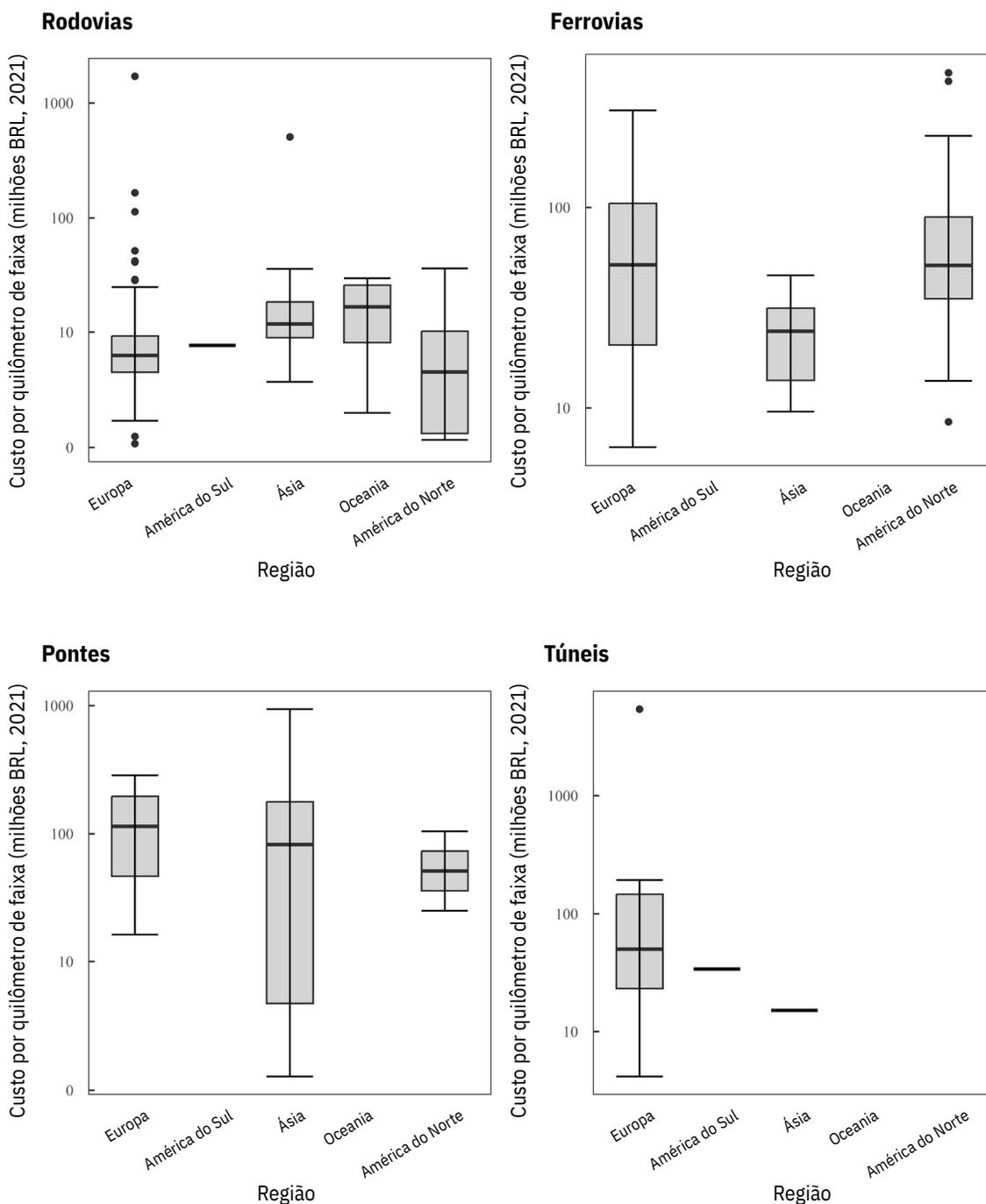


Figura 5: boxplots comparando o custo por quilômetro entre os tipos de projetos relevantes na base de dados da OGP.

5.4 Conjunto de dados ferroviários do Brasil consolidados

Depois de consolidar o conjunto de dados ferroviários brasileiros em projetos de acordo com os empreendimentos, a OGP extraiu os sobrecustos e atrasos no cronograma dos três projetos seguintes: FIOL (Ferrovia Oeste-Leste), FNS (Ferrovia Norte-Sul) e Extensão Sul [da Ferrovia Norte-Sul].

As Figura 6 e Figura 7 a seguir, mostra como os três principais projetos ferroviários no Brasil se compararam aos dados internacionais em termos de sobrecustos e atrasos no cronograma. O projeto ferroviário da FIOL (Ferrovia Oeste-Leste) ficou 29% acima do orçamento, o projeto ferroviário da FNS (Ferrovia Norte-Sul) ficou 47% acima do orçamento e a Extensão Sul [da FNS] ficou 39% acima do orçamento. A figura 7 inclui linhas tracejadas codificadas por cores para facilitar a visualização da intersecção de cada valor de sobrecusto com a curva RCF. Em termos de tempo de conclusão do projeto, o projeto ferroviário da FIOL (Ferrovia Oeste-Leste) teve um atraso de 465% em relação ao cronograma, o projeto ferroviário da FNS (Ferrovia Norte-Sul) teve um atraso de 445% em relação ao cronograma e a Extensão Sul teve um atraso de 408% em relação ao cronograma. Como se vê na Figura 8, nenhum dos três atrasos no cronograma faz intersecção com a curva do RCF, pois todos os três atrasos no cronograma estão muito acima do percentil RCF95 dos dados internacionais no banco de dados da OGP.

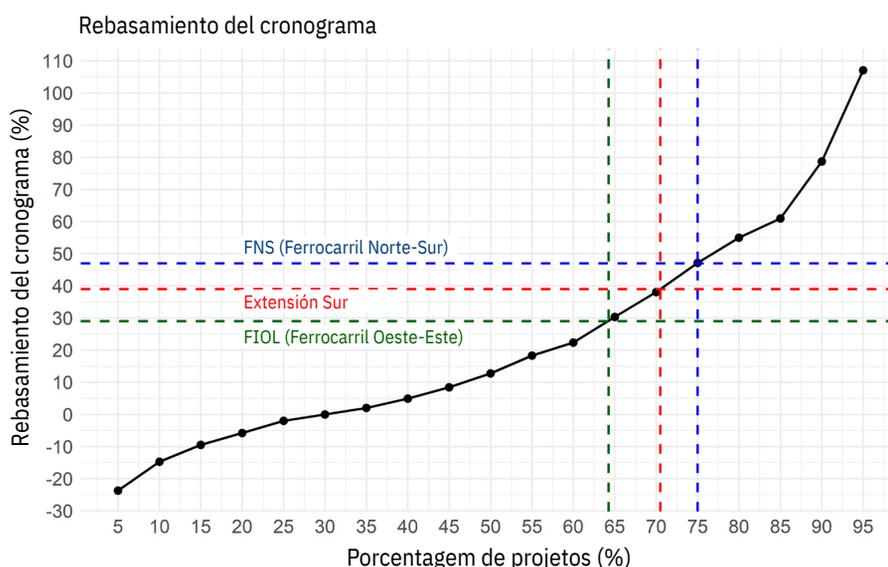


Figura 6: Classe de referência para sobrecustos em projetos ferroviários internacionais.

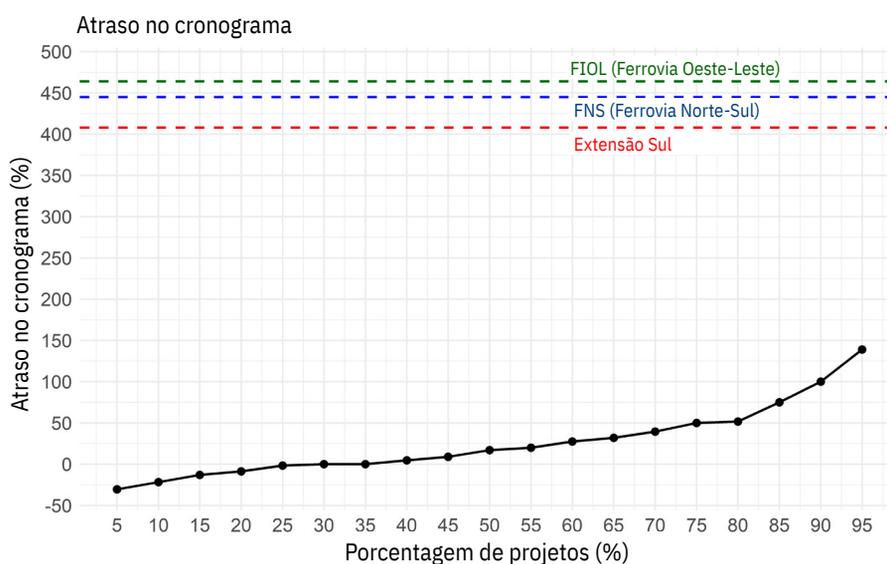


Figura 7: Classe de referência para atrasos no cronograma em projetos ferroviários internacionais.

Em outras palavras, as comparações com dados internacionais revelam uma discrepância entre os sobrecustos e os atrasos no cronograma. Os dados brasileiros parecem ser comparáveis aos dados internacionais no que diz respeito aos sobrecustos, mas os atrasos no cronograma nos projetos ferroviários brasileiros excedem em muito os atrasos no cronograma nos dados internacionais. É sempre necessário salientar que os aumentos de custos para os projetos brasileiros podem ser superiores aos aqui calculados, uma vez que não há informações sobre todos os contratos que compõem um projeto.

6. RESULTADOS

Tabela 8 resume as principais conclusões desta análise, com base nas diferenças de mediana de custo e cronograma e nos testes estatísticos das diferenças na distribuição entre os países. Constatamos diferenças estatisticamente significativas entre o Brasil e alguns países para alguns tipos de projetos, mas não para outros.

TIPO DE PROJETO	SOBRECUSTOS	ATRASO
Rodovias	Há evidências de diferenças estatisticamente significativas nos sobrecustos na construção de rodovias entre o Brasil e outros grupos de países. O Brasil parece ter sobrecustos maiores quando comparados com <i>Europa</i> e <i>América do Norte</i> . Por outro lado, o Brasil parece ter sobrecustos menores quando comparados com <i>América do Sul</i> , sempre observando que os dados brasileiros estão incompletos, e tais valores talvez possam ser maiores quando se consideram todos os custos.	Há evidências de diferenças estatisticamente significativas nos atrasos no cronograma na construção de rodovias entre o Brasil e outros grupos de países. O Brasil parece ter mais atrasos no cronograma quando comparado à <i>Ásia, Europa, América do Norte, Oceania e América do Sul</i> .
Ferrovias	Há pouca evidência de diferenças estatisticamente significativas nos sobrecustos na construção de ferrovias entre o Brasil e outros grupos de países. O Brasil parece ter sobrecustos maiores quando comparados com <i>Oceania</i> . Parece que os sobrecustos brasileiros em projetos ferroviários são, em geral, comparáveis aos de outras regiões do mundo. [sempre observando que os dados brasileiros estão incompletos, e tais valores talvez possam ser maiores quando se consideram todos os custos]	Há evidência de diferenças estatisticamente significativas nos atrasos no cronograma na construção de ferrovias entre o Brasil e outros grupos de países. O Brasil parece ter atrasos no cronograma maiores quando comparados com <i>Ásia, Europa, América do Norte e Oceania</i> . Parece que os atrasos no cronograma brasileiros em projetos ferroviários são geralmente maiores do que os de outras regiões do mundo.
Pontes	Não há diferenças estatisticamente significativas nos sobrecustos no Brasil versus outros grupos de países. Parece que os sobrecustos brasileiros em projetos de pontes são, em geral, comparáveis aos de outras regiões do mundo.	Há alguma evidência de diferenças estatisticamente significativas nos atrasos no cronograma na construção de pontes entre o Brasil e outros grupos de países. O Brasil parece ter mais atrasos no cronograma em comparação com a <i>Europa</i> e a <i>América do Norte</i> .
Túnel	Não há diferença estatisticamente significativas nos sobrecustos na construção de túneis no Brasil em relação a outros grupos de países. Este resultado pode ser impulsionado pelas pequenas amostras desta categoria.	Não há diferença estatisticamente significativas nos atrasos no cronograma na construção de túneis no Brasil em relação a outros grupos de países. Esse resultado pode ser causado pelo pequeno tamanho das amostras nessa categoria

Tabela 8: Resumo dos resultados

No entanto, esta análise tem várias limitações importantes e as conclusões devem ser tiradas dela com cautela.

Em primeiro lugar, há um pequeno número de projetos de túneis brasileiros, o que significa que é difícil identificar diferenças estatisticamente significativas em custos e cronogramas ou generalizar esses resultados para outros projetos.

Em segundo lugar, não havia informações disponíveis sobre alguns atributos do projeto que afetam o custo, como uma medida mais exata para o tamanho da construção, além da extensão em km (por exemplo, número de faixas/trilhos, tamanho da rodovia/ferrovia), localização urbana ou rural, topografia e especificações de projeto em geral.

Em terceiro lugar, conforme mencionado anteriormente, os dados são estruturados de uma maneira fundamentalmente diferente. Os dados brasileiros são selecionados ao nível do contrato, enquanto os dados da base de dados da OGP consistem em projetos completos que podem envolver vários contratos até à sua conclusão. Os esforços para resolver esse problema agregando os contratos brasileiros em projetos não tiveram sucesso. A discrepância entre os sobrecustos e atrasos no cronograma nos dados brasileiros ilustra ainda mais a questão: os atrasos no cronograma são muito maiores do que o que seria esperado, considerando os sobrecustos nos dados brasileiros.

Em quarto e último lugar, a legislação brasileira determina que os contratos de infraestrutura do governo no Brasil não podem ultrapassar em 25% o custo previsto e, portanto, um novo contrato deve ser realizado para que seja possível continuar o trabalho no projeto. Isto significa que os dados, tal como estão, também não podem ser comparados com outros dados contratuais de projetos internacionais.

Consequentemente, **nossa recomendação é usar dados internacionais para benchmarking e Reference Class Forecasting, até que as limitações resumidas anteriormente tenham sido resolvidas.**

Para esse fim, a **Tabela 9** e as **Figuras 9 a 14** a seguir mostram as distribuições para classes de referência internacionais derivadas do banco de dados da OGP. Eles devem servir de referência para os resultados dos projetos de infraestrutura.

Porcentagem de projetos (%)	RODOVIAS			FERROVIAS			PONTES			TÚNEL		
	Sobrecustos (%)	Atrasos no cronograma (%)	Custo por km de faixa (milhões) BRL	Sobrecustos (%)	Atrasos no cronograma (%)	Custo por km de faixa (milhões) BRL	Sobrecustos (%)	Atrasos no cronograma (%)	Custo por km de faixa (milhões) BRL	Sobrecustos (%)	Atrasos no cronograma (%)	Custo por km de faixa (milhões) BRL
5%	-13%	-21%	-29%	0.9	-24%	-30%	8.0	-17%	-11%	2.3	-22%	3.5
10%	-12%	-12%	-20%	1.9	-15%	-22%	9.8	-12%	-1%	8.3	-17%	5.7
15%	-5%	-7%	-15%	2.6	-9%	-13%	13.0	-10%	0%	16.2	-10%	9.4
20%	-4%	-4%	-9%	3.0	-6%	-9%	15.2	-6%	0%	22.4	-4%	13.1
25%	-3%	-1%	-3%	3.7	-2%	-2%	21.6	-4%	0%	26.8	0%	18.3
30%	0%	0%	0%	4.4	0%	0%	27.8	-2%	0%	34.2	5%	24.5
35%	0%	0%	0%	4.6	2%	0%	30.0	0%	3%	50.5	11%	32.0
40%	0%	0%	0%	5.1	5%	5%	34.1	2%	5%	70.0	18%	33.2
45%	1%	1%	7%	5.6	8%	9%	38.5	4%	13%	88.1	20%	37.2
50%	1%	4%	11%	6.4	13%	17%	42.7	9%	16%	103.8	24%	46.5
55%	3%	6%	15%	6.7	18%	20%	46.1	18%	19%	109.9	26%	48.5
60%	9%	9%	21%	7.4	22%	27%	49.6	22%	22%	113.2	30%	52.4
65%	11%	13%	31%	8.4	30%	32%	52.2	24%	29%	120.5	33%	60.2
70%	13%	16%	34%	9.6	38%	39%	61.8	32%	35%	164.3	43%	82.4
75%	26%	20%	48%	10.8	47%	50%	77.5	42%	35%	184.4	52%	117.2
80%	42%	24%	60%	12.1	55%	52%	93.2	62%	39%	194.7	68%	147.3
85%	68%	30%	80%	14.7	61%	75%	107.7	69%	48%	203.7	72%	153.1
90%	78%	46%	102%	20.2	79%	100%	160.4	88%	67%	253.3	108%	177.0
95%	85%	64%	140%	25.0	107%	139%	268.5	120%	84%	481.0	157%	1754.6
N	32	2267	650	253	546	150	50	119	89	15	75	15
Average	16%	10%	25%	8.1	23%	26%	60.9	23%	21%	118.3	32%	148.2

Tabela 9: Distribuições de sobrecustos, atrasos no cronograma e custo por km das classes de referência internacionais

6.1 Sobrecustos

As curvas do RCF nas Figura 8 e Figura 9 mostram a distribuição de probabilidade cumulativa de valores de sobrecustos dentro do intervalo do percentil P5 – P95 em dados internacionais. Observe que 50% dos projetos rodoviários tiveram um sobrecusto de 4% ou menos, e 80% dos projetos rodoviários tiveram um sobrecusto de 24% ou menos. Além disso, 50% dos projetos ferroviários tiveram um sobrecusto de 13% ou menos e 80% dos projetos ferroviários tiveram um sobrecusto de 55% ou menos.

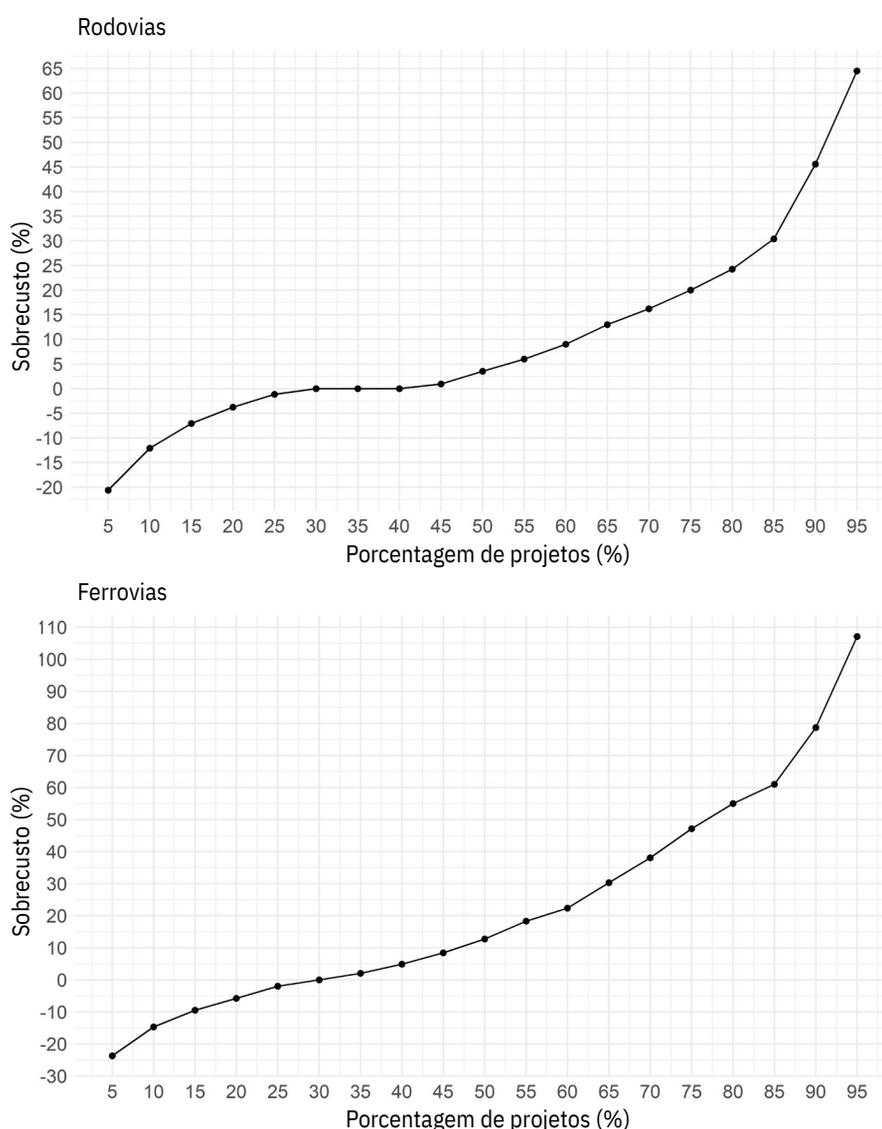


Figura 8: RCF de sobrecustos em projetos rodoviários e ferroviários internacionais

50% dos projetos de pontes tiveram um sobrecusto de 9% ou menos, e 80% dos projetos de pontes tiveram um sobrecusto de 62% ou menos. Além disso, 50% dos projetos de túneis tiveram um sobrecusto de 24% ou menos e 80% dos projetos de túneis tiveram um sobrecusto de 68% ou menos.

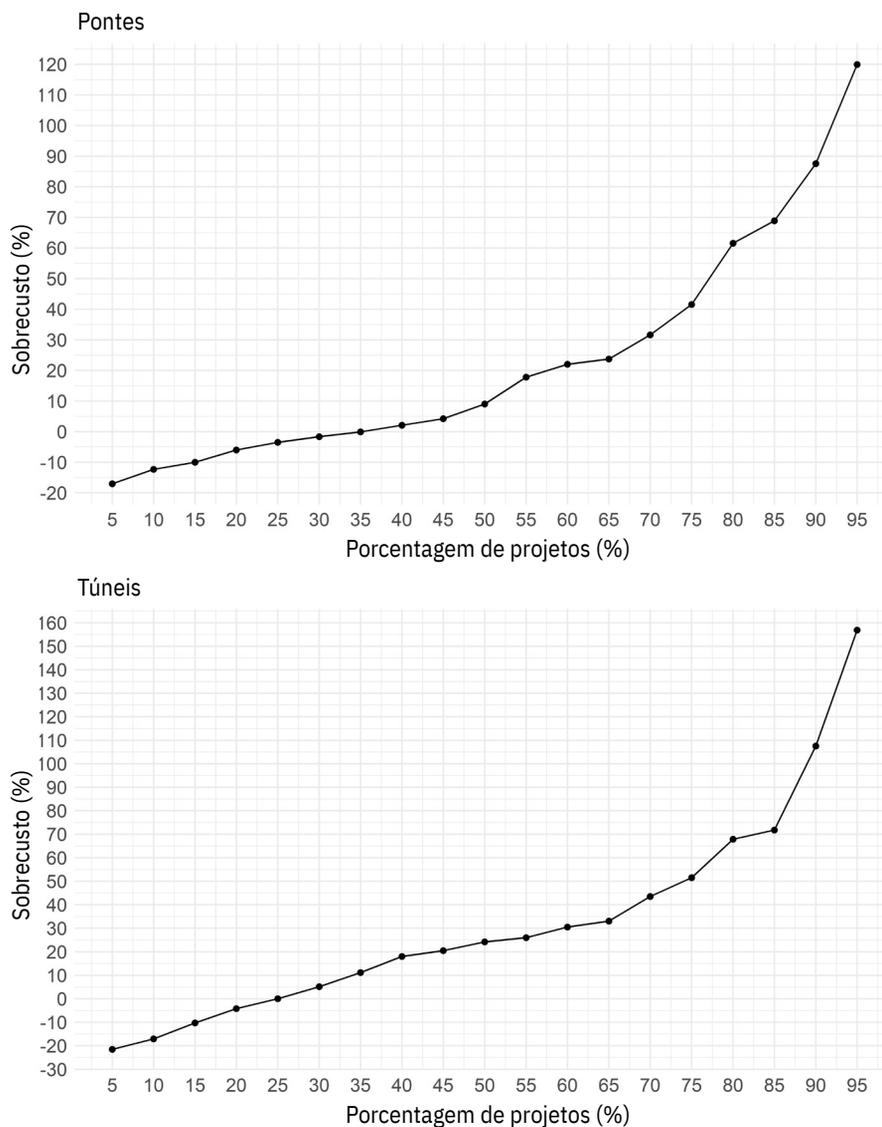


Figura 9: RCF de sobrecustos em projetos internacionais de pontes e túneis

6.2 Atraso

As curvas do RCF nas Figura 10 e Figura 11 mostram a distribuição de probabilidade cumulativa de valores de atrasos no cronograma dentro do intervalo de percentil P5 - P95 em dados internacionais. 50% dos projetos rodoviários tiveram atrasos no cronograma de 11% ou menos, e 80% dos projetos rodoviários tiveram um sobrecusto de 60% ou menos. Além disso, 50% dos projetos ferroviários tiveram um atraso no cronograma de 17% ou menos e 80% dos projetos ferroviários tiveram um sobrecusto de 52% ou menos.

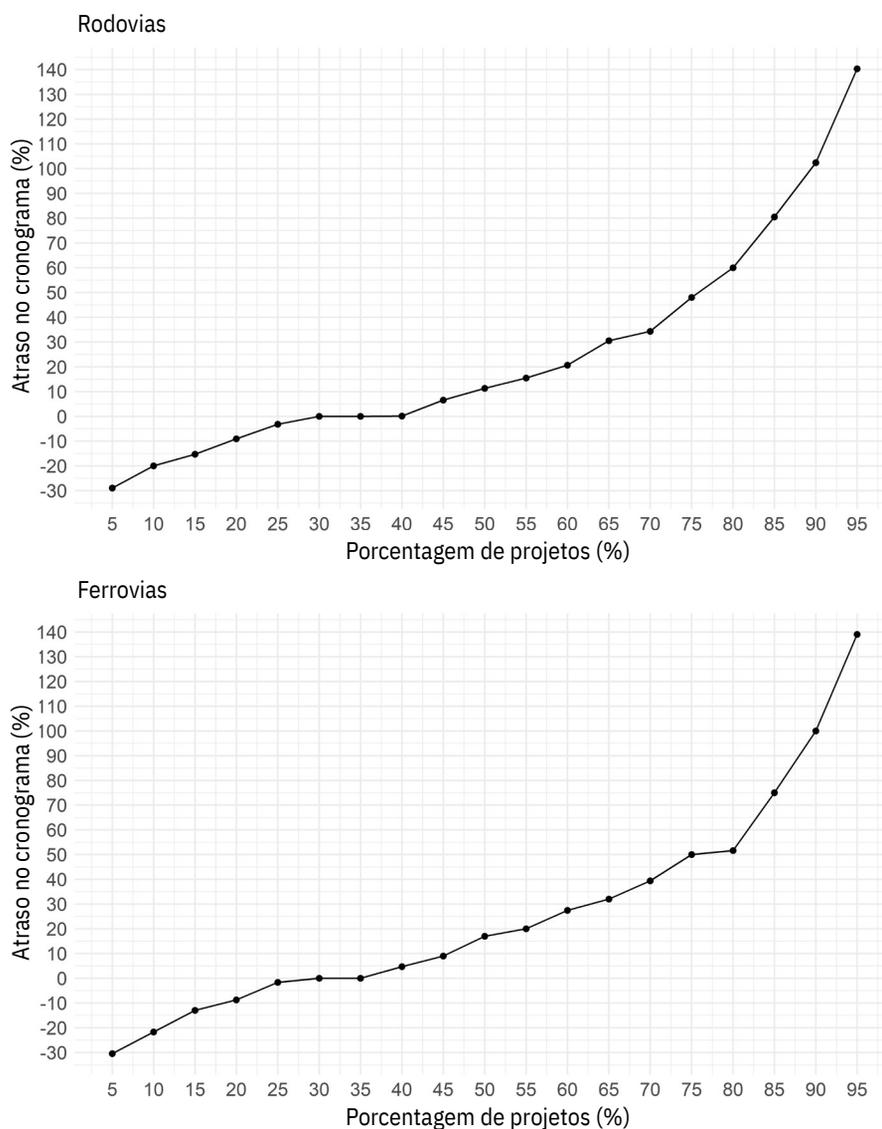


Figura 10: RCF de atrasos no cronograma em projetos internacionais de rodovias e ferrovias

50% dos projetos de pontes tiveram um atraso cronograma de 16% ou menos, e 80% dos projetos de pontes tiveram um sobrecusto de 39% ou menos. Além disso, 50% dos projetos de túneis tiveram um atraso no cronograma de 1% ou menos e 80% dos projetos de túneis tiveram um sobrecusto de 42% ou menos.

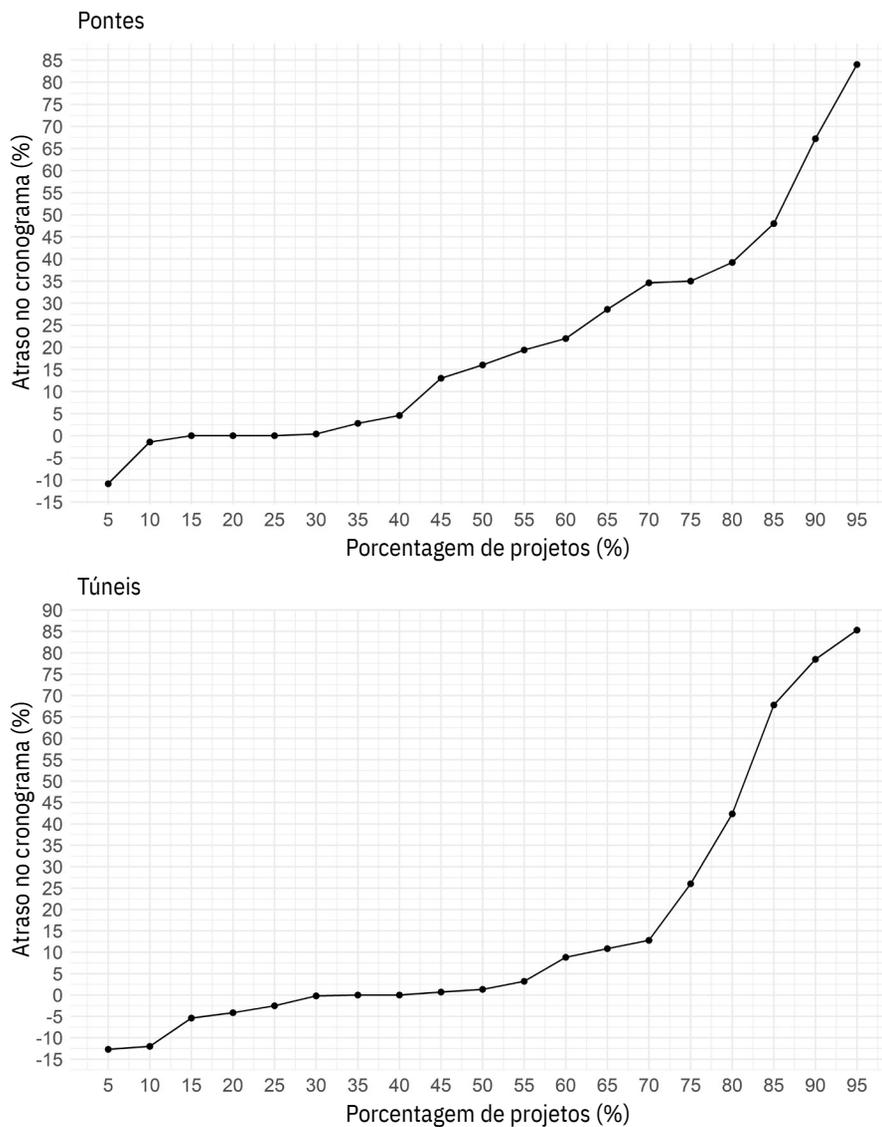


Figura 11: RCF de atrasos no cronograma em projetos internacionais de pontes e túneis

6.3 Custo unitário

As curvas do RCF nas Figura 12 e Figura 13 mostram a distribuição de probabilidade cumulativa dos valores de custo por quilômetro de faixa dentro do intervalo do percentil P5 – P95 em dados internacionais. 50% dos projetos rodoviários tinham um custo unitário igual ou inferior a 6,4 milhões de reais e 80% dos projetos rodoviários tinham um custo unitário igual ou inferior a 12,1 milhões de reais. Além disso, 50% dos projetos de ferrovias tinham um custo unitário igual ou inferior a 42,7 milhões de reais e 80% dos projetos de ferrovias tinham um custo unitário igual ou inferior a 107,7 milhões de reais.

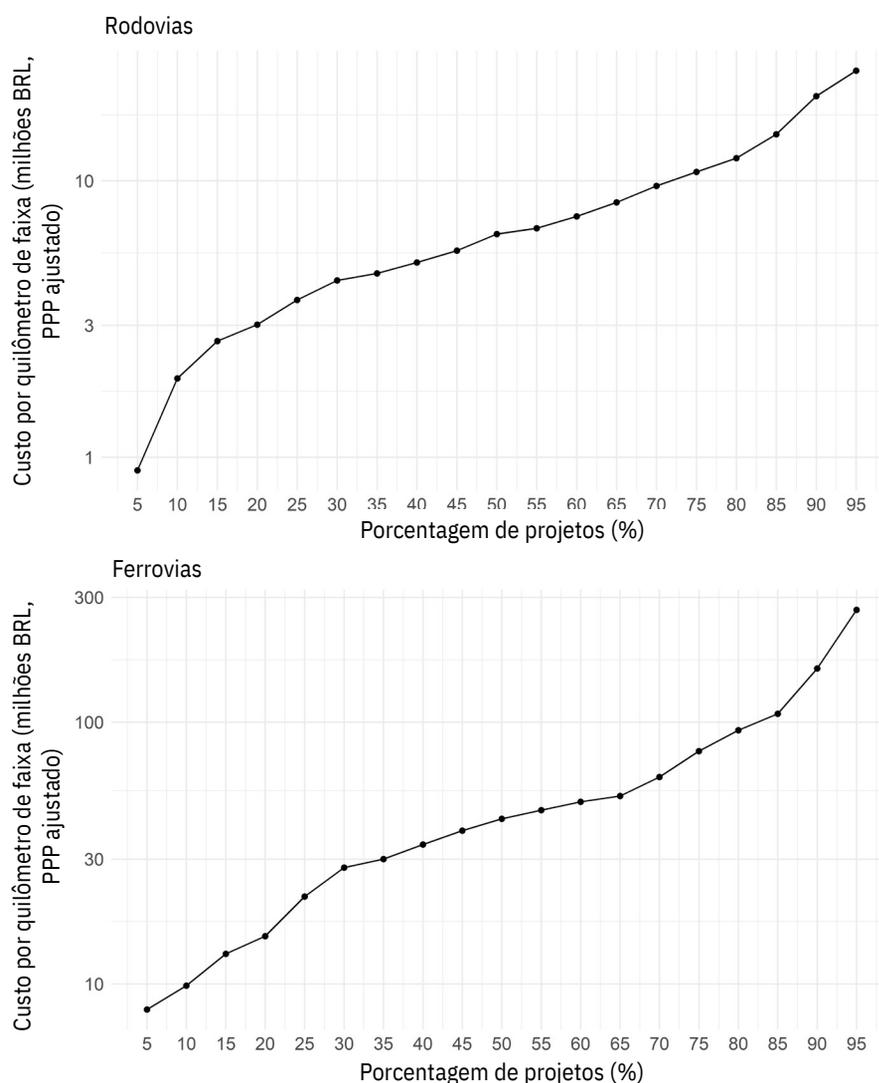


Figura 12: RCF do custo por quilômetro em projetos rodoviários e ferroviários internacionais

50% dos projetos de pontes tiveram um custo unitário de 103,8 milhões de reais ou menos, e 80% dos projetos de pontes tiveram um custo unitário de 203,7 milhões de reais. Além disso, 50% dos projetos de túneis tinham um custo unitário igual ou inferior a 46,5 milhões de BRL e 80% dos projetos de túneis tinham um custo unitário igual ou inferior a 147,3 milhões de BRL.

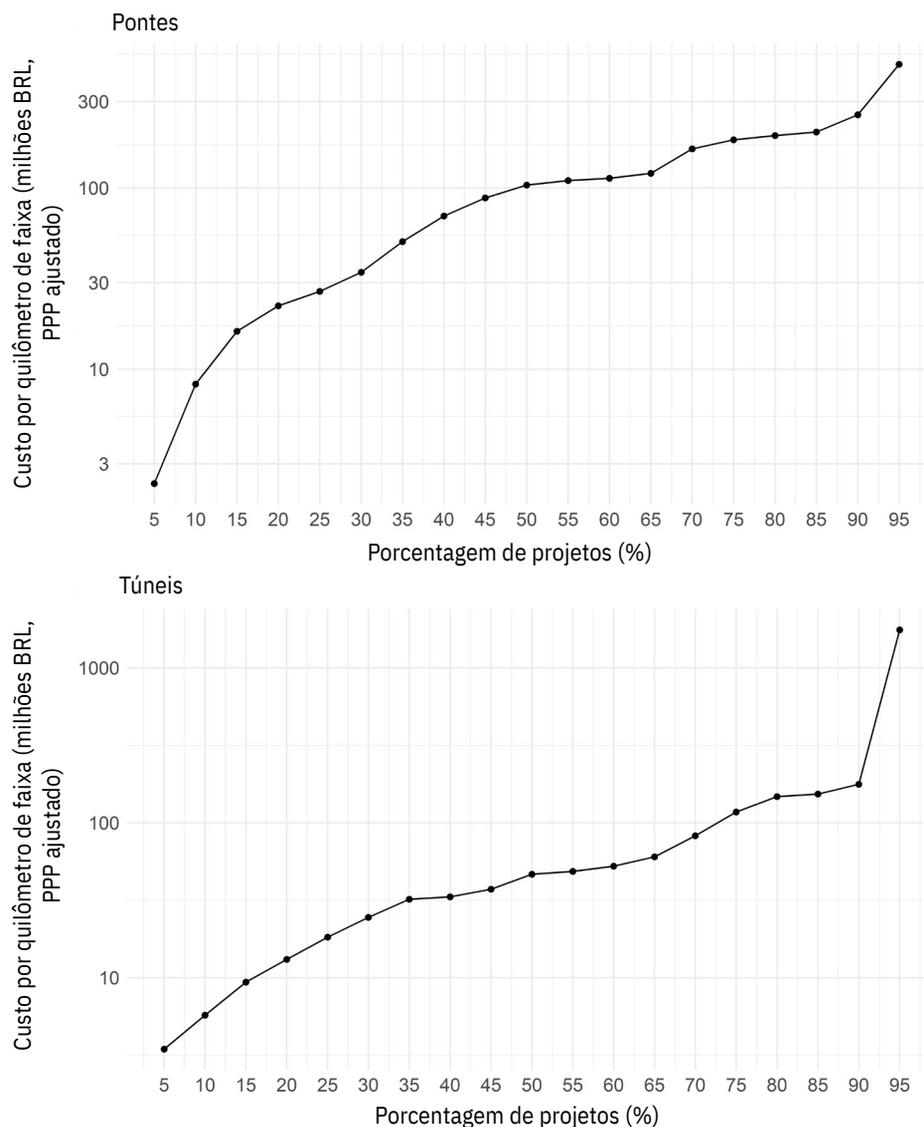


Figura 13: RCF do custo por quilômetro em projetos internacionais de pontes e túneis

7. GUIA SOBRE COMO UTILIZAR RCF

A gestão de projetos é notoriamente precária em prever o desempenho dos projetos em termos de orçamento, prazo e benefícios. No maior conjunto de dados de qualidade acadêmica do mundo sobre projetos (mais de 17.000), menos da metade deles são concluídos dentro do orçamento, 8,5% são concluídos dentro do orçamento e do cronograma e apenas 0,5% são concluídos dentro do orçamento e do cronograma e oferecem os benefícios esperados ou mais¹⁰. O professor Bent Flyvbjerg cunhou a expressão The Iron Law of Projects (A Lei de Ferro dos Projetos): “os projetos ultrapassam o orçamento, o tempo, os benefícios, repetidamente”¹¹. Isso é visto em uma ampla gama de tipos de projetos, desde as Olimpíadas até a TI e os transportes.

	Energia solar	Rodovias	Ferrovias	Prédios	Mudança liderada pela TI	Barra-gens	Olimpíadas	Armaze-namento de lixo nuclear
Sobrecusto	1%	16%	39%	62%	73%	75%	157%	238%
Frequência de sobrecusto	4em10	6em10	7em10	7em10	4em10	7em10	10em10	9 em 0
Atraso no cronograma	2%	36%	32%	32%	43%	44%	0%	70%
Benefícios excedentes	n/a	-5%	-23%	-5%	-28%	-11%	n/a	-23%
Custo de Cisnes Negros	0%	4%	10%	20%	18%	23%	57%	43%
Ø duração, anos	2.2	4.1	8.0	7.9	3.3	8.0	7.1	6.8

Figura 14: Mapa de Desempenho do Projeto¹²

7.1 Teoria

Historicamente, as explicações para previsões imprecisas de projetos têm se concentrado na qualidade limitada dos dados ou na modelagem imprecisa. No entanto, se esse fosse o caso, os erros se cancelariam em todos os projetos, mostrando, para o desempenho real, uma distribuição normal dos resultados, em que o número de vezes que as previsões foram otimistas seria aproximadamente equivalente ao número de vezes que foram pessimistas. No entanto, a análise dos resultados reais apresenta um quadro muito diferente, com uma inclinação distinta para resultados negativos, conforme ilustrado abaixo (e encapsulada pela Lei de Ferro dos Projetos).

¹⁰ Fonte: Base de dados da Oxford Global Projects (Q4 2022).

¹¹ Flyvbjerg, B, From Nobel Prize to Project Management: Getting Risks Right. Project Management Journal, 2006 vol. 37, no. 3, pp. 5-15

¹² Ibid. Nota: Medida a partir da data da decisão de construção, a preços constantes. Os Cisnes Negros (Black Swans) são definidos como exceções estatísticas.



Figura 15: Curva de Classe de Referência para o desempenho real das rodovias na Irlanda¹³

Esse exemplo de diagrama acima, com base em dados reais de rodovias na Irlanda, ilustra o melhor resultado de -25%, mas o pior de +60%. Uma inclinação assimétrica com o pior caso mais do que o dobro do melhor caso.

Uma explicação muito mais robusta para a fraca previsão de projetos que vemos reside no trabalho de Amos Tversky e Daniel Kahneman, ganhador do Prêmio Nobel. Eles postularam:

*“a **falácia do planejamento**; uma consequência da tendência de negligenciar os dados de distribuição e adotar o que pode ser chamado de ‘abordagem interna’ para a previsão, em que se concentra nos constituintes do problema específico em vez de na distribuição de resultados em casos semelhantes.”¹⁴*

Isso é muito pertinente para a previsão de projetos, pois as estimativas (custo, tempo e benefício potencial) geralmente somam elementos individuais de um projeto, o que é comumente chamado de abordagem “interna” ou “de baixo para cima”. Essa abordagem tem capacidade limitada de reconhecer fatores estratégicos, a interação de elementos individuais (por exemplo, complexidade) ou “incógnitas desconhecidas” que podem ser vistas como tendo afetado projetos semelhantes¹⁵. Embora possa considerar os custos históricos em nível elementar, o desempenho total do projeto não é considerado.

¹³ RCF Guidelines for National Road Projects, Transport Infrastructure Ireland

¹⁴ Kahneman, D., Tversky, A., “Intuitive prediction: Biases and corrective procedures,” TIMS Studies in Management Science, 1979, Vol 12, pp. 313–27.

¹⁵ Bartlett, M and Leed, A, Independent Risk Evaluation, European Transport Conference 2022

As abordagens internas são altamente propensas a vieses¹⁶ e até mesmo os especialistas, que estão cientes dos possíveis vieses, ainda estão sujeitos a eles¹⁷. Um dos mais predominantes é o viés de otimismo reconhecido, por exemplo, na orientação do Tesouro do Reino Unido desde 2004¹⁸. Essa é uma tendência sistemática de presumir que os resultados serão melhores do que provavelmente serão e se manifesta na subestimação da probabilidade de eventos negativos e na superestimação da probabilidade de ocorrências positivas. É fácil ver como isso teria resultados piores do que os previstos para o projeto, em vez de resultados melhores.

Além do viés de otimismo que afeta a variação robusta das estimativas, o viés político também oferece uma explicação para a “deturpação estratégica”:

“A deturpação estratégica é a distorção planejada e sistemática ou a deturpação de fatos - a mentira - em resposta a incentivos no processo orçamentário.”¹⁹

Considerações “políticas” nacionais ou multinacionais e “políticas” internas ou de menor escala podem incentivar a deturpação de relatórios e previsões. Não é incomum que líderes seniores ou partes interessadas anunciem uma data de conclusão e um orçamento para um projeto de alto nível antes que os envolvidos na execução do projeto tenham um escopo totalmente definido ou um conhecimento razoável do que será necessário para executá-lo.

Embora tanto o viés de otimismo quanto o viés político desempenhem um papel na explicação da má previsão de projetos, é difícil estimar o impacto real de um ou de ambos por meio da abordagem “interna”. É de se esperar que, quanto maior for a visibilidade de um projeto ou quanto mais ele for o “projeto de estimação” de um líder sênior, maior será a probabilidade de que o viés político seja significativo.

O RCF é composto por três etapas:

1. Identificar uma classe de referência relevante
2. Estabelecer uma distribuição de probabilidade para a classe de referência
3. Fazer a previsão

1. Identificar uma classe de referência relevante

Isso envolve encontrar projetos semelhantes que tenham sido concluídos e determinar como eles se saíram em relação às expectativas nos principais pontos de decisão. Os parâmetros relevantes do

¹⁶ Kahneman, D., Thinking Fast and Slow, Farrar, Straus & Giroux, 2011

¹⁷ Tetlock, Philip and Gardner, Dan. Superforecasting: The Art and Science of Prediction. Penguin Random House, 2019.

¹⁸ HM Treasury, The Green Book: appraisal and evaluation in central government, 2004

¹⁹ Jones, L.R.; Euske, K.J., “Strategic Misrepresentation in Budgeting”, Oxford University Press, Journal of Public Administration Research and Theory, 1991, Vol.1 (4), p.437-460.

projeto são reunidos para que haja uma correlação razoável com os dados históricos. Devem ser utilizados pelo menos entre 15 e 20 projetos.

Este relatório produziu uma série de classes de referência para sobrecusto (risco de custo), atraso no cronograma (risco de cronograma) e custo unitário (custo por km) com base em projetos históricos que foram concluídos e para os quais havia dados confiáveis de custo e cronograma disponíveis para estimativas e resultados. Essas classes de referência foram criadas para os seguintes tipos de projetos:

- Rodovias
- Ferrovias
- Túneis
- Pontes

Se for usado para previsão, basta escolher a classe de referência adequada ao seu projeto em termos de tipo de projeto e tipo de previsão.

2. Estabelecer uma distribuição de probabilidade para a classe de referência

Essa etapa determina o desempenho da variável em questão em comparação com a estimativa de cada projeto na classe de referência.

Uma distribuição cumulativa é então criada classificando os dados de desempenho do maior para o menor excesso e, em seguida, a participação relativa de cada ponto de dados na amostra é calculada (por exemplo, se 25 projetos estiverem em uma classe de referência, cada projeto terá 4% de participação) e somada de modo que a distribuição varie de 0% a 100% (ou seja, o projeto com o maior excesso representa 4%, o segundo maior excesso 8% e assim por diante, conforme ilustrado na figura a seguir).

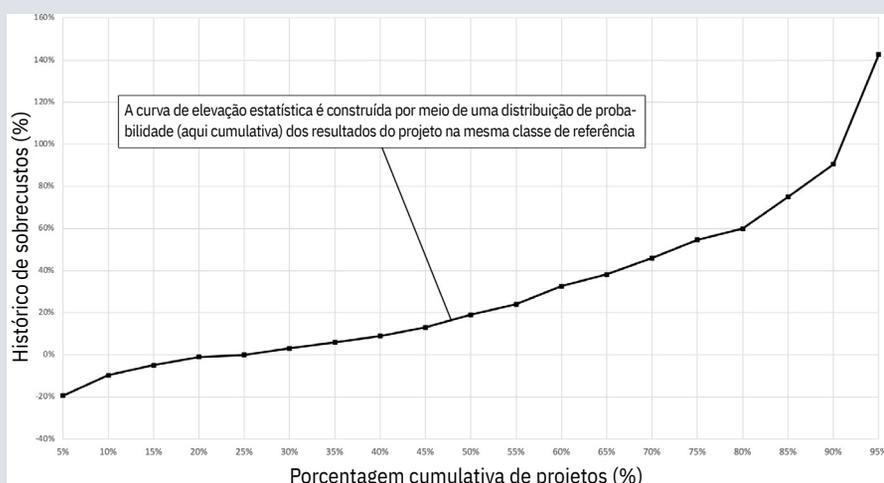


Figura 16: Distribuição cumulativa da probabilidade de excesso na classe de referência (conceitual)

As classes de referência desenvolvidas para este relatório foram todas apresentadas como distribuições cumulativas - ou “Curvas de Classe de Referência”.

3. Fazer a previsão

A etapa final é revisar as distribuições cumulativas e identificar os aumentos necessários para eliminar o viés das estimativas [para fins de avaliação]. Para isso, a curva é reinterpretada. A porcentagem cumulativa de projetos com um determinado excesso na classe de referência agora se torna a chance aceitável de excesso e o aumento a ser adicionado à estimativa de base para diminuir o viés; uma consideração do *apetite ao risco*.

Por exemplo, se os tomadores de decisão aceitarem uma probabilidade de excesso de 50% (ou seja, exigirem uma estimativa de 50% ou P50), é adicionado o aumento relevante na posição de 50%. Se os tomadores de decisão forem mais avessos ao risco e aceitarem apenas 20% de chance de excesso (ou seja, eles exigem uma estimativa de 80% de certeza ou P80), o aumento na posição de 80% será utilizado.

O P50 é uma posição comum adotada por organizações que usam análises de risco e/ou RCF para definir um *custo-alvo* do projeto.

P70 a P90 é o intervalo usado por essas organizações para determinar uma previsão mais pessimista. No entanto, nem sempre é considerado pragmático reservar de fato a contingência ou a flutuação (cronograma) para esse nível, pois outras decisões (como a redução do escopo) podem ser viáveis.

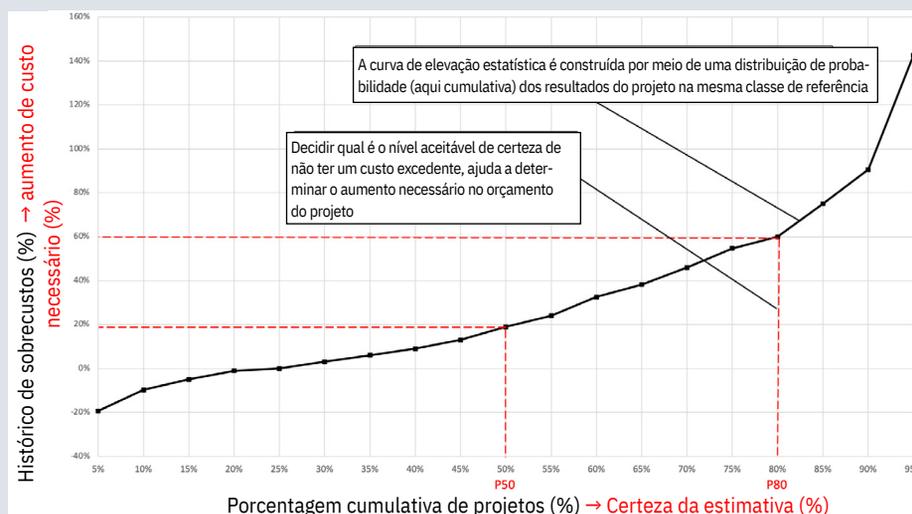


Figura 17: Estabelecimento dos aumentos como uma função da chance aceitável de sobrecusto com base na distribuição cumulativa de sobrecusto na classe de referência (conceitual) [para fins de avaliação]

7.2 Integração do RCF com técnicas de estimativa de risco de baixo para cima

O Reference Class Forecasting (RCF) pode complementar abordagens de estimativa de risco ascendente, como a Análise Quantitativa de Risco (QRA), para fornecer uma compreensão mais robusta e abrangente dos potenciais resultados do projeto. A QRA é uma técnica probabilística utilizada para avaliar o impacto potencial dos riscos e incertezas identificados nos objetivos de um projeto, quantificando a sua probabilidade e consequências. Enquanto a QRA normalmente gera uma gama mais restrita de estimativas, concentrando-se em riscos e incertezas específicos do projeto, o RCF oferece uma perspectiva mais ampla e pragmática com base em dados históricos de projetos semelhantes. Ao comparar os dois métodos, os gerentes de projeto podem identificar possíveis lacunas ou vieses em suas avaliações de risco de baixo para cima e desenvolver uma previsão mais precisa do desempenho do projeto. Além disso, a combinação do RCF e da QRA pode ajudar a estabelecer uma estratégia holística de gestão dos riscos que tenha em conta tanto os riscos específicos dos projetos como o contexto mais amplo de projetos de infraestruturas semelhantes.

No Módulo de Gestão de Riscos do Roteiro de Projetos da Autoridade de Infraestrutura e Projetos do Reino Unido, a integração do RCF e da QRA é recomendada como uma abordagem valiosa para melhorar as previsões de projetos e gestão de riscos. De acordo com o módulo, “a combinação de processos de gestão de riscos de baixo para cima e previsões de cima para baixo, baseadas em evidências, ajudará a identificar riscos e incertezas específicos do projeto que podem não ter sido considerados e fornecerá uma base mais confiável para a tomada de decisões”.²⁰

Deve-se observar que a distribuição do RCF se baseia nos excessos históricos em projetos similares concluídos. Assim, os projetos talvez precisem considerar se são necessários ajustes adicionais ao nível de certeza escolhido (nível P) ou se o RCF deve ser aplicado somente a partes da estimativa básica. Em outras palavras, se o projeto em questão é mais ou menos arriscado do que os projetos anteriores. Exemplos de desvio podem ser:

- Se um projeto progrediu ainda mais com um desenvolvimento de desenho pormenorizado numa determinada fase do que os projetos normalmente teriam.
- Se todas as terras necessárias já tivessem sido adquiridas, não haveria necessidade de aplicar um aumento a esse elemento do trabalho
- Se o risco financeiro tiver sido totalmente transferido para um subcontratado, no entanto, isso precisaria ser feito com cautela para garantir que o risco seja totalmente transferido financeiramente por meio de um mecanismo como um preço fixo e firme, sem possibilidade de recuperação. Lembre-se de que um projeto nunca estará livre de riscos se ainda não tiver sido concluído, mesmo com um contrato extenso em vigor. Portanto, mesmo nesse estágio, deve-se considerar o potencial de riscos estratégicos intransferíveis e mudanças no projeto que ainda podem afetar o resultado.

Qualquer ajuste na aplicação do RCF deve ser baseado em evidências concretas para evitar a reintrodução do otimismo na estimativa.

¹⁹ UK Infrastructure and Projects Authority. (2022). Project Routemap: Risk Management Module. Disponível em ‘https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/10_80243/Risk_Management_-_FINAL.pdf’

8. RECOMENDAÇÕES

8.1 Qualidade e transparência dos dados

O relatório discute os desafios em extrair insights significativos a partir de comparações entre conjuntos de dados brasileiros e dados internacionais em nível de projeto devido às deficiências em todo o fluxo de trabalho de captura, gestão e processamento de dados [brasileiros]. Essas deficiências abrangem vários aspectos que merecem mais desenvolvimento e aprimoramento, inclusive a identificação dos dados necessários a serem coletados, a implementação de coleta, processamento e consolidação de dados eficazes de forma centralizada, o uso de melhores métodos de armazenamento (de preferência por meio de sistemas eletrônicos para promover a digitalização e a acessibilidade), a promoção da transparência e da acessibilidade e o fornecimento de instruções de interpretação para aumentar a usabilidade. A transparência é uma questão importante dentro desse contexto mais amplo, pois a falta de estruturas transparentes de coleta de dados e de relatórios cria obstáculos para obter conclusões significativas dos dados coletados atualmente. Esses obstáculos surgem devido a dificuldades na correspondência dos contratos de obras com seus respectivos projetos, no rastreamento de sobrecustos e atrasos no cronograma e na identificação de relações entre novos contratos e contratos anteriores.

A solução dessas deficiências de gestão de dados é crucial não apenas para o Brasil, mas também para outros países da América Latina e do Caribe que podem enfrentar desafios semelhantes. Ao compartilhar as práticas recomendadas e as lições aprendidas na melhoria dos processos de gestão de dados, os países da região podem aprimorar coletivamente a qualidade e a utilidade dos dados de projetos de infraestrutura para a tomada de decisões e a avaliação do desempenho. Isso pode levar a uma gestão mais eficiente e eficaz dos projetos de infraestrutura, a uma melhor alocação de recursos e à redução dos riscos de corrupção e de obras públicas paralisadas. Além disso, ao aprimorar os processos de gestão de dados em toda a região, os países estarão mais bem equipados para compartilhar e comparar dados entre fronteiras, levando a decisões mais informadas e a melhores resultados gerais para projetos de infraestrutura.

Além disso, os conjuntos de dados brasileiros atuais carecem de transparência em termos de identificação da quantidade de trabalho realizado por cada contrato de um projeto, o que dificulta o cálculo preciso dos custos unitários. A variável “Extensão (km)” não fornece informações claras sobre o número real de quilômetros de rodovia ou ferrovia que foram executados em cada contrato. Portanto, recomenda-se que os órgãos brasileiros (DNIT e Valec [atual Infra S/A]) aprimorem seus métodos de coleta de dados para captar informações mais detalhadas sobre o trabalho real concluído por cada contrato, incluindo as características físicas da infraestrutura, como o número de faixas/trilhos, a largura da rodovia etc. Ao coletar essas informações, será mais fácil calcular os custos unitários com precisão e encontrar uma classe de referência adequada para fins de comparação.

Para abordar as limitações dos dados brasileiros, recomenda-se que as práticas de coleta de dados sejam aprimoradas para abranger todo o projeto, não apenas a parte da construção. Isso se aplica não apenas às práticas de coleta de dados no Brasil, mas também a outras na Olacefs. Essas diretrizes podem ser usadas em conjunto com referências internacionais para melhorar as ofertas de serviços da Olacefs para a participação ativa das Instituições Superiores de Controle nos sistemas nacionais anti-corrupção, aumentar o escopo de suas auditorias e fortalecer o intercâmbio de cooperação técnica e a colaboração de Organizações da Sociedade Civil e outros órgãos governamentais.

Atualmente, a falta de controle e transparência nos dados brasileiros inibe os esforços para melhorar a gestão dos projetos de infraestrutura brasileiros e reduzir a corrupção política no Brasil. Para superar esse desafio, a OGP recomenda uma coleta de dados transparente e abrangente: A coleta de dados deve ser feita tanto no nível do projeto quanto no nível do contrato, com contratos claramente atribuídos a seus respectivos projetos. Isso permitirá cálculos mais precisos de sobrecustos e atrasos no cronograma e aumentará a transparência na alocação dos custos do projeto entre os contratos. A coleta de dados deve abranger toda a vida útil do projeto, não apenas a fase de construção, permitindo avaliações mais abrangentes do desempenho do projeto e um melhor monitoramento dos custos do projeto. Além disso, os contratos subsequentes devem refletir as estimativas originais de custo e cronograma do projeto, bem como quaisquer desvios dessas estimativas, para evitar subestimações artificiais de sobrecustos e atrasos no cronograma.

Por fim, para promover maior accountability e transparência na aquisição e execução de contratos governamentais, o relatório recomenda que o governo brasileiro considere a implementação de um mecanismo para garantir a comunicação, o rastreamento e o monitoramento precisos dos sobrecustos e de atrasos no cronograma. Isso pode incluir uma documentação clara e transparente dos contratos originais e subsequentes, alterações no escopo ou no cronograma do projeto e relatórios regulares sobre o progresso e os sobrecustos.

Quando um projeto é dividido em vários contratos durante a execução, pode ser um desafio manter o controle dos custos. Para gerenciar isso, os órgãos governamentais geralmente exigem que os contratados forneçam relatórios regulares de progresso, incluindo informações sobre os custos incorridos até o momento. Essas informações são então usadas para atualizar os dados gerais de custo do projeto. Além disso, muitos órgãos exigem detalhamento de custos para cada contrato, o que pode ajudar a garantir que todos os custos sejam contabilizados e alocados adequadamente. Softwares de gestão de projetos e os sistemas de contabilidade de custos também podem ser usados para rastrear os custos em vários contratos e garantir que todos os custos sejam contabilizados no orçamento geral do projeto.

O relatório também sugere que poderiam ser impostas penalidades ou consequências às empreiteiras que não informam com precisão os sobrecustos e os atrasos no cronograma e aos funcionários do governo que não aplicam os requisitos de relatório. Ao implementar essas medidas, o governo pode

melhorar a eficiência e a eficácia dos projetos de infraestrutura no Brasil e reduzir o risco de corrupção política e obras públicas inacabadas.

Ao implementar essas recomendações, a Olacefs pode fortalecer seus esforços para combater a corrupção e melhorar a gestão de projetos de infraestrutura no Brasil e em outras ISCs de países membros.

8.2 Utilizando Reference Class Forecasting

Além de melhorar a qualidade e a transparência dos dados, é essencial utilizar métodos de estimativa eficazes e estratégias de gestão de risco para projetos de infraestrutura. As curvas do RCF desenvolvidas neste relatório oferecem uma abordagem poderosa para prever os resultados dos projetos e mitigar os riscos, baseando-se em dados históricos e experiências de projetos semelhantes. Esta seção descreve recomendações adicionais sobre como utilizar eficazmente as curvas do RCF. Ao aplicar essas recomendações, os gerentes de projeto e os tomadores de decisões podem melhorar sua capacidade de prever com precisão os resultados do projeto e implementar estratégias de gestão de riscos que impulsionam o sucesso do projeto, reduzindo o viés de otimismo e a deturpação estratégica.

- 1. Equilíbrio entre as abordagens de RCF de cima para baixo e da QRA de baixo para cima:** À medida que o desenvolvimento do projeto avança, o método apropriado para calcular a exposição ao risco deve mudar. Nos estágios iniciais de um projeto, quando há muitas incertezas e possíveis rotas de desenvolvimento, uma abordagem do RCF de cima para baixo é mais adequada. À medida que o projeto se aproxima da conclusão, uma abordagem de QRA de baixo para cima se torna mais aplicável devido à disponibilidade de informações detalhadas e menos incertezas restantes. O grau de definição do projeto e a maturidade organizacional determinarão quando ocorrerá a transição do RCF de cima para baixo para a QRA de baixo para cima.
- 2. Garantir a elaboração adequada do projeto e o orçamento detalhado de baixo para cima:** Embora o RCF possa ser uma ferramenta valiosa para gerenciar a exposição ao risco durante o desenvolvimento do projeto, ele não deve substituir a necessidade de um orçamento detalhado de baixo para cima e de um projeto completo. Um problema comum que contribui para a paralisação de obras, o sobrecusto e o atraso no cronograma de projetos de infraestrutura no Brasil é a insuficiência ou inadequação dos estudos de viabilidade e dos projetos. É crucial que os responsáveis dos projetos e os tomadores de decisões invistam esforços suficientes no desenho e detalhamento dos custos dos projetos, a fim de minimizar os riscos e as incertezas de forma eficaz. É importante reconhecer que depender exclusivamente do RCF pode levar a uma falsa sensação de segurança em relação à cobertura de riscos, o que, por sua vez, pode resultar em um desenho de projeto abaixo do ideal e em um orçamento de baixo para cima inadequado.

- 3. Uso de aumentos do RCF para casos de negócios robustos e contingência em nível de portfólio:** Os aumentos do RCF não devem ser adicionados diretamente ao orçamento de um projeto, pois isso pode levar a gastos excessivos. Em vez disso, eles devem ser usados para confirmar que um caso de negócios [avaliação de viabilidade] se mantém robusto mesmo se os custos se elevarem até o nível aumentado e para criar uma contingência mantida no nível do portfólio. Esta abordagem assegura uma melhor gestão financeira e uma melhor redução dos riscos.

- 4. Implementação de estruturas de Incentivo “Pele em Jogo”:** Para evitar incentivos perversos que possam surgir da expectativa de que os contratantes excedam os orçamentos e os prazos, é crucial estabelecer estruturas de incentivos que alinhem os interesses dos contratantes com as metas do projeto. Os contratos devem ser estruturados de forma a recompensar os contratantes pelo cumprimento das metas e penalizá-los por não atingirem as metas. Essa abordagem, conhecida como “pele em jogo”, [skin in the game] garante que os empreiteiros sejam motivados a entregar os projetos dentro do prazo e do orçamento, ao mesmo tempo que fornece uma salvaguarda contra o possível uso indevido das expectativas baseadas no RCF.

- 5. Atualizar continuamente os dados da RCF com insumos regionais:** À medida que o Brasil e outros países da região aprimoram seus processos de coleta de dados, é fundamental atualizar periodicamente o modelo RCF com os novos dados disponíveis. A incorporação de dados precisos e confiáveis do Brasil e dos países vizinhos aumentará a precisão preditiva e a adaptabilidade do modelo às condições locais. Esse processo contínuo de refinamento do modelo RCF garante que as previsões permaneçam relevantes e confiáveis, contribuindo, em última análise, para uma tomada de decisão mais bem informada e estratégias mais eficazes de gestão de riscos em projetos de infraestrutura. Ao promover um ambiente colaborativo entre as partes interessadas regionais e priorizar abordagens orientadas por dados, os projetos de infraestrutura podem se beneficiar de um desempenho aprimorado e de riscos reduzidos de sobrecustos e atrasos.