



EIXO 2 – COMPETÊNCIAS E HABILIDADES DO AUDITOR DO FUTURO

INOVANDO A AUDITORIA DE CONCESSÕES E PPPS: ESTUDO DE CASO DO TÚNEL IMERSO SANTOS-GUARUJÁ APLICANDO A METODOLOGIA M5D

Péricles dos Santos Brito

Profissional da área de auditoria, contabilidade, finanças e gestão pública, com uma carreira de 18 anos atuando como auditor de controle externo do Tribunal de Contas do Município de São Paulo (TCMSP), desempenhando esta função desde outubro de 2006 até o presente. Combina formação acadêmica com experiência prática na sua área de atuação, sendo graduado em Ciências Contábeis (2000-2003) e pós-graduado em Gestão Pública (2008- 2009). Atualmente, está cursando mestrado profissional em Gestão e Políticas Públicas pela FGV/SP, previsto para ser concluído em agosto de 2026. Também possui especializações complementares em engenharia de analytics, cursos de especialização em gestão pública pela University of La Verne (2012) e de engenharia econômica pela Universidade Federal de Itajubá (2011). Ao longo de sua trajetória no TCMSP, se especializou em Parcerias Público-Privadas (PPPs) e concessões, participando de grupo de pesquisa relativo ao tema na FGV-SP. Ademais, desenvolve expertise em análise de dados e auditorias focadas na área da saúde do Município de São Paulo. Antes de sua atual posição no TCMSP, atuou por 7 anos (1999-2006) como auxiliar de controle externo no Tribunal de Contas do Estado de São Paulo (TCE-SP). Em termos de competências essenciais, se destaca em análise de dados nos negócios, inteligência de negócios (BI) e no uso de ferramentas como de analytics, complementando sua expertise em auditoria, contabilidade e finanças públicas. O currículo reflete um profissional com uma trajetória consistente e em constante evolução, apto a lidar com as complexidades da gestão e fiscalização no setor público, sempre com foco em eficiência e conformidade.

1 INTRODUÇÃO: O DESAFIO DA INCERTEZA NA AUDITORIA DE CONCESSÕES E PPPS

O controle externo, em sua missão de salvaguarda do interesse coletivo e da boa gestão dos recursos do Estado, confronta-se com um cenário de crescente complexidade e incerteza, particularmente evidente em projetos de infraestrutura de grande porte, como as concessões e parcerias público-privadas (PPPs).

A natureza de longo prazo e o vulto financeiro desses empreendimentos os tornam intrinsecamente suscetíveis a variações e imprevistos, que desafiam as metodologias tradicionais de fiscalização.



Este trabalho, portanto, emerge da motivação em aprimorar as capacidades do controle externo diante desses desafios, propondo e demonstrando uma abordagem inovadora para a análise de incertezas.

1.1. O Cenário de incerteza e a atuação do controle externo

Para enfrentar a complexidade inerente à fiscalização de concessões e PPPs, o Tribunal de Contas da União (TCU) aprovou o *Referencial para Controle Externo de Concessões e Parcerias Público-Privadas* (2024), baseado no Modelo das Cinco Dimensões (M5D), inspirado no Five Case Model britânico. Este modelo propõe uma avaliação holística e estruturada de projetos, dividindo-os em cinco dimensões inter-relacionadas: Estratégica, Econômica, Comercial, Financeira e Gerencial.

No presente trabalho, o M5D será utilizado como o arcabouço central de análise. Dada a natureza da incerteza que buscamos abordar, as dimensões econômica e financeira serão o foco principal, pois lidam diretamente com a viabilidade do projeto, a alocação de riscos financeiros e a sustentabilidade de longo prazo.

Este trabalho visa demonstrar a aplicação da metodologia inovadora *SimDec* (Simulation Decomposition) como uma ferramenta avançada para tratar a incerteza em projetos de infraestrutura. A metodologia SimDec, que integra a simulação de Monte Carlo com a análise de dados estocásticos e elementos de inteligência artificial (IA), oferece uma perspectiva mais granular e visual sobre a propagação da incerteza nos resultados de projetos.

Como estudo de caso prático, será analisado o projeto da PPP do túnel imerso Santos-Guarujá (Concorrência Internacional nº 01/2025). Especificamente, o foco será no impacto da incerteza da demanda e das premissas macroeconômicas (inflação, taxas de juros) na viabilidade econômico-financeira (VPL e TIR) do projeto.

A complexidade inerente a projetos de infraestrutura de longo prazo exige metodologias de análise que transcendam a abordagem determinística tradicional, permitindo uma compreensão aprofundada dos riscos e oportunidades subjacentes, essenciais para a atuação do controle externo.



2. O TRATAMENTO DA INCERTEZA EM PROJETOS DE INFRAESTRUTURA

Projetos de infraestrutura de grande porte, como o túnel imerso Santos-Guarujá, estão expostos a uma multiplicidade de incertezas, que vão desde variações nas premissas macroeconômicas (inflação, taxas de juros) até flutuações na demanda e nos custos operacionais ao longo de décadas.

A experiência, como visto em casos como o túnel Fehmarn Belt (SCHJÆR-JACOBSEN, 2016), demonstra que a avaliação tradicional, muitas vezes baseada em cenários únicos e otimistas, falha em capturar a real dinâmica desses projetos.

Para superar essa limitação, a modelagem da incerteza por meio de dados estocásticos é fundamental. Em vez de utilizar valores fixos, as variáveis-chave são representadas por distribuições de probabilidade que refletem sua natureza incerta. Isso permite que a análise explore um vasto espectro de cenários possíveis, capturando a correlação entre as variáveis e a propagação da incerteza até os resultados finais do projeto, como o Valor Presente Líquido (VPL) e a Taxa Interna de Retorno (TIR). Essa abordagem probabilística é um passo crucial para uma fiscalização mais realista e preditiva.

2.1. *SimDec* - simulation decomposition: um caminho para a auditoria preditiva

Para operacionalizar o tratamento da incerteza e extrair insights acionáveis, este trabalho adota a metodologia *SimDec* (Simulation Decomposition). O *SimDec* (Kozlova e Yeomans, 2025) representa uma abordagem inovadora que combina a robustez da simulação de Monte Carlo com o poder analítico da IA.

A simulação de Monte Carlo é o “motor” quantitativo do *SimDec*. Ao invés de uma única projeção, ela executa milhares de iterações do modelo do projeto, cada uma com diferentes valores para as variáveis incertas (sorteadas de suas respectivas distribuições de probabilidade). Isso gera uma distribuição de probabilidade para os resultados-chave (VPL e TIR), revelando não apenas os



valores médios, mas também a dispersão, os extremos e as probabilidades de cada faixa de resultado.

Essa capacidade de gerar um universo de cenários permite ao auditor ir além do "o que pode acontecer" e investigar "com que probabilidade isso pode acontecer", fornecendo uma base sólida para a avaliação de riscos.

O diferencial do *SimDec*, que o eleva a um patamar de auditoria preditiva, reside na sua capacidade de "decompor" a distribuição de resultados gerada pelo Monte Carlo. O *SimDec* identifica quais variáveis de entrada são as mais influentes na variação dos resultados de saída (análise de sensibilidade global). Mais do que isso, ele visualiza como diferentes combinações de estados dessas variáveis mais influentes impactam o perfil da distribuição de resultados.

Essa abordagem não só aprimora a compreensão da viabilidade de projetos complexos, mas também empodera o auditor com ferramentas para uma fiscalização mais estratégica, baseada em evidências probabilísticas e capazes de antecipar e mitigar desvios antes que se materializem plenamente.

3. ESTUDO DE CASO: ANÁLISE DE INCERTEZA DO PROJETO DO TÚNEL IMERSO SANTOS-GUARUJÁ

3.1. Contextualização do projeto

O projeto do túnel imerso Santos-Guarujá consiste na construção, operação e manutenção de uma infraestrutura fundamental para a interligação entre as cidades de Santos e Guarujá. Estruturado como uma PPP, o projeto envolve um complexo processo licitatório internacional e uma concessão prevista para durar 30 anos, com início em 2026 e operação plena a partir do Ano 6. Essa infraestrutura não apenas visa aprimorar a conectividade e a fluidez do tráfego na região, mas também impulsionar o desenvolvimento econômico local.

A complexidade do projeto reside não apenas em sua escala física e tecnológica, mas também na vasta gama de premissas e variáveis econômico-financeiras que influenciarão sua sustentabilidade ao longo das décadas de concessão.



3.2. Definição do aspecto de análise e extração de dados

Conforme a delimitação metodológica deste trabalho, o estudo de caso se concentrou no impacto da incerteza da demanda e das premissas macroeconômicas (inflação, taxas de juros) na viabilidade econômico-Financeira (VPL e TIR) do túnel imerso Santos-Guarujá. Este aspecto é vital, pois a sustentabilidade de uma concessão de infraestrutura depende intrinsecamente do volume de tráfego (demanda) e do ambiente macroeconômico em que opera, ambos sujeitos a flutuações significativas ao longo de 30 anos.

Para a realização da análise via SimDec, serão extraídos e modelados os seguintes dados-chave dos documentos "TSG1- PPP.documentos.pdf" e "TSG2- PPP.planilhas.pdf":

- Viabilidade econômico-financeira
 - VPL (Valor Presente Líquido): Medida da rentabilidade absoluta do projeto;
 - TIR (Taxa Interna de Retorno): Medida da rentabilidade relativa do projeto.
- Variáveis de incerteza (entradas para o *SimDec*)
 - Demanda (volume de tráfego): As projeções de tráfego, presentes em "TSG2- PPP.planilhas.pdf" (e detalhadas em anexos como o Anexo 4 - Estrutura Tarifária do "TSG1- PPP.documentos.pdf"), serão tratadas como variáveis estocásticas, refletindo a incerteza inerente à sua evolução futura. Serão considerados os volumes diários de veículos leves e comerciais e a receita por dia útil.
 - Premissas macroeconômicas:
 - Inflação (IPCA): As taxas anuais projetadas serão representadas por distribuições de probabilidade;
 - Taxas de Juros (CDI, SELIC, IPCA, TLP): Embora o documento "TSG2- PPP.planilhas.pdf" apresente uma tabela de premissas macroeconômicas (TLP, CDI, SELIC, IPCA) de 2025 a 2029, a incerteza se estende por toda a concessão de 30 anos. Para a simulação, esses valores serão considerados como ponto de partida para a modelagem estocástica (por exemplo, como médias ou valores nominais sujeitos a



variação). A taxa de desconto, particularmente o WACC (custo médio ponderado de capital), será modelada com sua incerteza associada.

- Custos operacionais: Os custos operacionais (mão de obra, conservação, consumo, transportes, socioambiental, seguros) também serão considerados com sua variabilidade;
- Receitas acessórias: A porcentagem da Receita Acessória em relação à receita total, bem como sua variabilidade, será incorporada.

3.3. Aplicação do SimDec ao estudo de caso

A aplicação da metodologia SimDec ao estudo de caso do túnel imerso Santos-Guarujá permitirá uma análise inovadora do impacto da incerteza sobre a viabilidade econômico-financeira (VPL e TIR) do projeto. Para isso, o processo se desdobrará em três etapas principais: a configuração da simulação de Monte Carlo com base nos dados estocásticos, a apresentação dos resultados obtidos através das visualizações do SimDec, e a análise aprofundada dos insights gerados para o controle externo.

3.3.2. Resultados da aplicação do SimDec: gráficos e visualizações

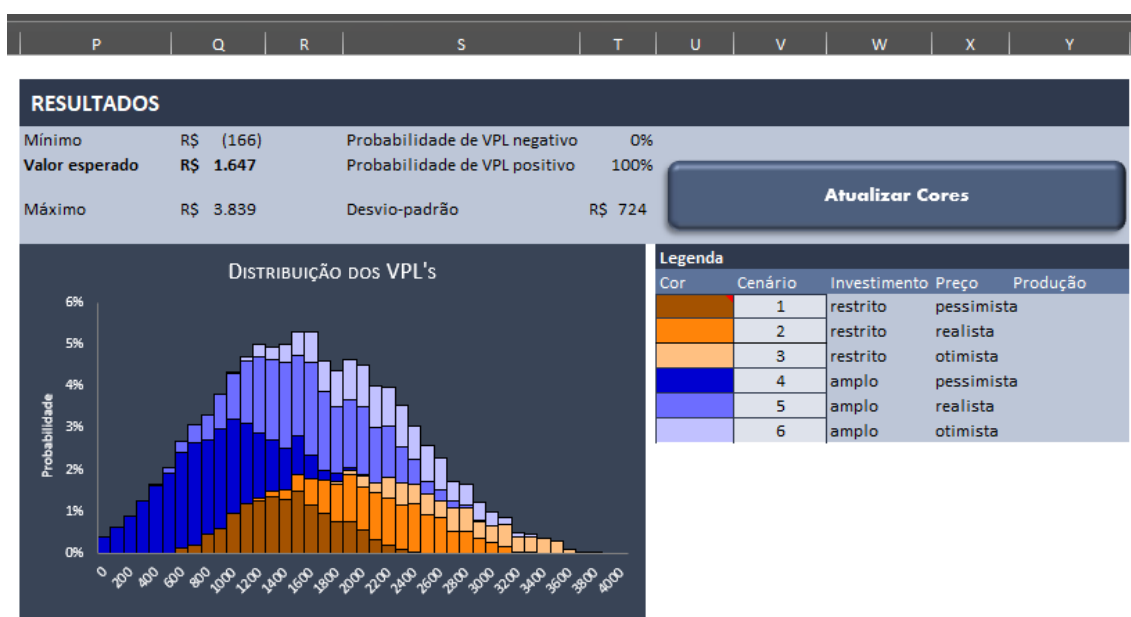
A partir do *dataset* gerado na simulação de Monte Carlo, o SimDec será aplicado para visualizar e analisar os resultados. As visualizações centrais serão:

- gráficos de distribuição de VPL e TIR: Serão apresentados histogramas das distribuições de probabilidade do VPL e da TIR. Esses gráficos revelarão a amplitude dos resultados possíveis (melhor caso, pior caso, caso mais provável), bem como a probabilidade de o projeto atingir um VPL positivo ou uma TIR superior à taxa mínima de atratividade. A forma da distribuição (simetria, curtose, presença de múltiplos picos) fornecerá *insights* iniciais sobre o perfil de risco do projeto.

visualizações de decomposição SimDec: Para as variáveis de entrada mais influentes (identificadas pela análise de sensibilidade global do SimDec), serão gerados gráficos de decomposição. Esses gráficos, que



utilizam um sistema de cores para representar diferentes "estados" ou faixas de valores das variáveis de entrada, permitirão visualizar como a combinação dessas condições de entrada molda a distribuição das variáveis de saída (VPL e TIR).



5. CONCLUSÃO

Através da simulação de Monte Carlo, o *SimDec* gerou uma distribuição probabilística do VPL e da TIR, quantificando a gama de resultados possíveis - desde cenários de alta rentabilidade até situações de inviabilidade. Essa visualização probabilística substituiu a imprecisão de estimativas pontuais, oferecendo ao auditor uma compreensão clara do risco real do projeto.

A análise de sensibilidade global do *SIMDEC* identificou, de forma precisa, quais variáveis são os drivers mais críticos para a viabilidade.

O *SimDec* demonstrou se a demanda é o fator isolado de maior impacto na TIR e VPL, ou se as premissas macroeconômicas, como a inflação ou uma taxa de juros específica, exercem influência dominante, isoladamente ou em combinação.



As visualizações de decomposição revelou, por exemplo, como a interação entre uma "baixa demanda" e uma "alta taxa de juros" resultaria diretamente em um VPL negativo, enquanto um cenário de "demanda otimista" combinado com uma "inflação controlada" impulsionaria o projeto para uma TIR superior. Em suma, o *SimDec* forneceu insights diretos sobre os pontos de vulnerabilidade e resiliência do projeto.