

# Grandes obras de infraestrutura e o risco de corrupção e inviabilidade econômica: uma análise exploratória

Projeto regional Fortalecimento do  
Controle Externo na Área Ambiental

(iniciativa implementada pela  
Cooperação Alemã para o  
Desenvolvimento Sustentável,  
por meio da GIZ, em parceria  
com o TCU e a OLACEFS)



**Instituição executora**

Centro de Inteligência Territorial (CIT)



**CIT**

**Centro de Inteligência Territorial**

Trabalho desenvolvido no âmbito do Projeto regional  
**“Fortalecimento do controle externo na área ambiental”** (*Stärkung der externen Finanzkontrolle im Umweltbereich*), implementado pela Cooperação Alemã (por meio da Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH) em parceria com o Tribunal de Contas da União (TCU) e a Organização Latinoamericana e do Caribe de Entidades Fiscalizadoras Superiores (OLACEFS).

Consultoria técnica (produção de conhecimento) para o Tribunal de Contas da União com vistas ao desenvolvimento de ferramentas adequadas e padronizadas de avaliação e monitoramento da viabilidade técnica, econômica e ambiental de programas e projetos de obras de infraestrutura e grande porte



O projeto “Fortalecimento do Controle Externo na Área Ambiental”, executado pela GIZ por encargo do Ministério Federal para Cooperação Econômica e Desenvolvimento da Alemanha (BMZ) tem como objetivo permitir que o Tribunal de Contas da União (TCU) do Brasil e outras Entidades Fiscalizadoras Superiores (EFS) da Organização Latino-americana e do Caribe de Entidades Fiscalizadoras Superiores (OLACEFS) cumpram efetivamente com sua missão institucional de aprimorar a Administração Pública, notadamente no que se refere a investimentos governamentais na área ambiental. O projeto será implementado pelo TCU e OLACEFS e atuará em três campos de ação: 1) Fortalecimento dos processos de fiscalização; 2) Fortaleci-

mento dos mecanismos de cooperação entre as EFS membros da OLACEFS e melhoria de seus serviços; e 3) Fortalecimento da comunicação interna, externa e com as partes interessadas, no âmbito do TCU e de outras EFS membros da OLACEFS. O marco do Projeto, vislumbra a oportunidade de contar com consultoria técnica especializada para produzir conhecimento e prover subsídios técnicos à atuação do TCU, e às EFS da América Latina e do Caribe, por meio do Grupo de Trabalho em Obras Públicas (GTOP) da OLACEFS, no que concerne ao desenvolvimento de ferramentas adequadas e padronizadas de auditoria e monitoramento da viabilidade de programas e projetos de infraestrutura, sejam obras públicas ou concessões.

### **Descrição resumida do projeto**

**Título:** Fortalecimento do controle financeiro externo na área ambiental

**Comissionado por:** Ministério Federal da Cooperação Econômica e do Desenvolvimento (BMZ)

**País:** Brasil

**Parceiro político:** Tribunal de Contas da União do Brasil (TCU)

**Duração:** 2016 a 2020

**Website:** <https://www.giz.de/en/worldwide/44033.html>

# Grandes obras de infraestrutura e o risco de corrupção e inviabilidade econômica: uma análise exploratória



# CIT

Centro de Inteligência Territorial

*Raoni Rajão*

*José Leomar Fernandes Júnior*

*Lidiane Pedra Vieira Melo*

## SUMÁRIO

<b>RESUMO EXECUTIVO</b> .....	5
1 INTRODUÇÃO .....	6
2 VIESES E DETURPAÇÕES NA EXECUÇÃO DE MEGAPROJETOS DE INFRAESTRUTURA .....	15
3 MEDIDAS DE MITIGAÇÃO DO RISCO DE PERDAS ECONÔMICAS COM MEGAPROJETOS DE INFRAESTRUTURA.....	19
4 IMPORTÂNCIA DOS MODELOS COMPUTACIONAIS NA AUDITORIA DE PROJETOS DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE .....	33
5 CONCLUSÃO.....	37
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	39

## RESUMO EXECUTIVO

Megaprojetos podem gerar benefícios econômicos, ambientais e sociais duradouros. Mas apesar de essenciais, megaprojetos frequentemente causam prejuízos e impactos indesejados derivados de desvios de recursos e custos que superam os benefícios. Conseqüentemente esses megaprojetos podem comprometer negativamente o crescimento econômico, gerando o endividamento público, violando de direitos humanos e proporcionando danos ambientais. Diferentes fatores explicam a prevalência de megaprojetos com efeitos negativos. Entre eles se destaca o viés do otimismo, a tendência de proponentes e apoiadores políticos dos projetos de se auto-enganarem e partirem de pressupostos que inflam os benefícios e subestimam os custos dos megaprojetos de infraestrutura. Enquanto o viés do otimismo pode ocorrer de modo acidental, o fracasso de megaprojetos muitas vezes é causado pela deturpação estratégica dos estudos de viabilidade econômica, onde os parâmetros são explicitamente manipulados de modo a gerar ganhos políticos e enriquecimento ilícito com a realização da megainfraestrutura. Para diminuir a probabilidade de ocorrência da corrup-

ção e a inviabilização dos megaprojetos é necessário a adoção de metodologias que podem ser empregadas pelo executivo e órgãos de controle para aprimorar o processo de tomada de decisão que englobam, principalmente, a etapa de estudos de viabilidade econômica. Essas metodologias incluem: análise de risco, Front-End-Loading (com requisitos claros para aprovação de projetos em diferentes etapas), Five Case Model (com foco na definição do problema e avaliação de alternativas) e Reference Class Forecasting (que parte de casos anteriores concretos para estimar custos e benefícios). No caso específico de megaprojetos de infraestrutura, ferramentas de modelagem espacial se mostram uma ferramenta para auxiliar a avaliação econômica das alternativas no processo decisório e também como forma de apoiar as ações referentes à auditoria dos projetos em andamento. Em todos os casos, porém, a mera adoção formal de metodologias e ferramentas não é suficiente para evitar o viés do otimismo e deturpação estratégica, sendo necessário a realização controles externos e independentes desde as etapas preliminares da realização de megaprojetos de infraestrutura.

## 1

## INTRODUÇÃO

Megaprojetos envolvem grande compromisso de investimento, complexidade de planejamento e execução elevada e impacto duradouro na economia, no meio ambiente e na sociedade (BROOKES; LOCATELLI, 2015). Frequentemente, os megaprojetos tomam a forma de obras de infraestrutura de transporte (ex.: aeroportos, rodovias, ferrovias) e geração de energia (ex.: usinas nucleares, refinarias e hidrelétricas).

Os megaprojetos, que envolvem grandes volumes de recursos e desempenham papel estratégico no desenvolvimento de toda a nação, têm como cliente financiador (i.e., *Sponsor*) entidades governamentais, grandes empresas privadas que atuam como concessionárias de serviços públicos e parcerias público-privadas. Em todos os casos é necessária a atuação governamental, direta ou indireta, a partir de planejamento e licenciamento ambiental. Além disso, competência e honestidade no planejamento da utilização dos recursos públicos são cruciais para o sucesso desses projetos, uma vez que envolvem a quantificação e alocação dos custos a serem arcados pela sociedade.

A fase inicial de planejamento é decisiva para que os objetivos sejam atingi-

dos, pois se tem controle total do processo, ou seja, decide-se pela continuidade ou não de um megaprojeto. Envolve estudos de viabilidade técnica, econômica, social e ambiental, seguidos da elaboração de um projeto de engenharia básico capaz de subsidiar o processo de licitação pública e fornecer suporte ao cliente na busca por financiamento para o empreendimento, seja com bancos comerciais, bancos de desenvolvimento e instituições de financiamento internacionais.

Após o processo de licitação pública, o cliente assina o contrato principal com uma ou mais empresas ganhadoras, geralmente do setor de construção ou engenharia, que eventualmente subcontratam outras empresas para realizar as partes principais do contrato, até o limite admitido pela legislação vigente (STANSBURY, 2005). A referência capaz de impedir que as negociações e subcontratações comprometam o desempenho dos megaprojetos são o edital e o projeto executivo o qual preferencialmente deve ser executado por empresa contratada e da confiança do cliente.

Megaprojetos caracterizam-se pela necessidade de análise comparativa das modalidades de oferta da infraestrutura

ra, como, por exemplo, a escolha entre os modos de transporte (rodoviário, ferroviário, hidroviário, dutoviário) de dada safra agrícola ou produção mineral e as formas de geração de energia (hidreletricidade, nuclear, termoeletricidade) para dada região do país. Em razão da complexidade, da multidisciplinaridade e por envolverem elevadas quantias de dinheiro, há alto risco de suborno, corrupção e superfaturamento.

Deve-se destacar que a finalidade das etapas de projeto (básico e executivo) é reduzir a complexidade e, conseqüentemente, o risco de má gestão, suborno, corrupção, superfaturamento e reivindicações (*claims*) excessivas, o que só é possível mediante o conhecimento dos fatores intervenientes. Daí a necessidade de estudos detalhados dos fatores econômicos e sociais que condicionam a demanda, bem como dos aspectos geológico-geotécnicos, hidrográficos, climáticos e ambientais da região do megaprojeto.

Apesar de os megaprojetos de infraestrutura serem relevantes para a promoção do desenvolvimento regional e nacional, a execução desse tipo de empreendimento muitas vezes gera perdas econômicas substanciais. Essas perdas incluem custos muito acima dos previstos nos orçamentos e prazos de execução, retardando demasiadamente a entrada em serviço das obras e comprometendo duplamente a viabilidade econômica ao aumentar os custos e diminuir os benefícios.

Além disso, são frequentes os casos de corrupção nesse segmento da economia, o que afeta negativamente a sociedade em termos de crescimento econômico, violação de direitos civis e políticos, diminuição dos investimentos estrangeiros e nacionais e piora da qualidade da infraestrutura pública (SOHAIL; CAVILL, 2008). E não se trata de um problema exclusivo de um país ou de um tipo de infraestrutura, pois há casos de destaque no Brasil e na Alemanha, como atestam os casos da refinaria Abreu e Lima em Pernambuco (RNEST), da Ferrovia de Integração Oeste-Leste, localizada entre os estados da Bahia e do Tocantins (FIOL), e do aeroporto de Berlim, em que os gastos totais superaram em vários bilhões o orçamento original, com prazos dilatados ou obras incompletas. Nos exemplos brasileiros, FIOL e RNEST, também foram comprovados superfaturamentos em auditorias do TCU, culminando com condenações de agentes públicos e empresários por corrupção no âmbito da Operação Lava Jato.

A corrupção e a realização de projetos economicamente inviáveis geram prejuízos sistêmicos para toda a sociedade (TANZI; DAVOODI, 1998). Em primeiro lugar, a maior prevalência de esquemas de corrupção está ligada ao aumento na alocação de investimento em megaprojetos de infraestrutura, mas ao mesmo tempo a menos efetividade desses investimentos. Em segundo lugar, visto o maior ganho político e possibilidades de desvios oferecidas pelos megaprojetos,

novas obras são iniciadas sem concluir as já em andamento e, também, há redução da manutenção de obras já concluídas. Desse modo, apesar dos novos investimentos, ocorre deterioração das infraestruturas e redução do crescimento econômico. Em terceiro lugar, investimentos em megaprojetos inviáveis e ligados a esquemas de corrupção reduzem os recursos disponíveis para outros serviços essenciais, como educação e saúde, gerando prejuízos para a sociedade no longo prazo.

Por outro lado, esforços para combater a corrupção e melhorar a qualidade dos megaprojetos de infraestrutura geraram resultados relevantes. Por exemplo, levantamento realizado pela Transparência Internacional mostra que três anos após o desmonte de um esquema de corrupção em Milão, os custos de construção ferroviário, da rede de metrô subterrânea e da pista de pouso do aeroporto da cidade caíram mais de 50% (*TRANSPARENCY INTERNATIONAL apud TANZI; DAVOODI, 1998*).

Além disso, a adoção de instrumentos como o *Five Case Model* e o *Reference Class Forecasting* pelo Reino Unido, Nova Zelândia, entre outros, revela a possibilidade de se reduzirem os riscos de corrupção e lançamento prematuro ligados a megaprojetos (*FLYVBJERG, 2006; HM TREASURY - HMT, 2013a*).

O presente relatório tem como objetivo apresentar os principais referenciais teóricos que podem ajudar no diagnós-

tico dos fatores que contribuem para o surgimento de esquemas de corrupção e o comprometimento da viabilidade de megaprojetos de infraestrutura. São apresentados instrumentos desenvolvidos pela academia e por setores públicos e privados para mitigar os riscos de corrupção e de comprometimento da viabilidade dos megaprojetos, havendo, na sessão final deste relatório, a apresentação de ferramentas de modelagem espacialmente explícitas para avaliação econômica de megaprojetos de infraestrutura de transportes e de apoio à auditoria de projetos. A sequência do trabalho (Produto 3) trará as experiências concretas internacionais com o uso dos instrumentos aqui apresentados, sua relevância, potencialidades e limitações no contexto brasileiro.

### **1.1 Fatores causadores de corrupção em megaprojetos de infraestrutura**

Megaprojetos normalmente apresentam diferentes fases, cada uma envolvendo diferentes times de gerenciamento e requisitando *handovers* (transferência de responsabilidade) a cada etapa concluída para que as empresas contratadas possam seguir para a próxima fase. Mesmo que um único contratante realize todas as fases do projeto, ele normalmente subcontrata diferentes elementos, o que cria dificuldades de controle e supervisão. Além disso, megaprojetos envolvem uma série de categorias profissionais, com diferentes padrões de habilidade, códigos de conduta

e integridade, não sendo comum uma responsabilização geral ou centralizada pelos atos (STANSBURY, 2005).

Stansburg (2005) ressalta uma série de fatores que contribuem para a promoção da corrupção dentro de megaprojetos. A grande maioria dos megaprojetos de infraestrutura é de propriedade governamental ou requer aprovação de agências governamentais desde a etapa inicial de planejamento até o uso do produto final. A complexidade técnica e econômica dos megaprojetos dificulta e inibe a cultura da transparência. Ao mesmo tempo, a falta de controle sobre as ações governamentais e a complexidade financeira dos projetos facilitam a ocorrência de desvios e corrupção.

No Brasil, pela Lei de Diretrizes orçamentárias (LDO), o TCU tem como atribuição informar à comissão Mista de Orçamento aqueles empreendimentos que exibem indícios de irregularidades graves<sup>1</sup>. À medida que as deliberações dos processos vão sendo prolatadas, o TCU comunica as irregularidades ao Congresso Nacional. Há vários anos o TCU envia ao Congresso o relatório denominado “Fiscobras”, sendo o plano de fiscalização anual que contempla um grupo de ações de controle do TCU, objetivando verificar o processo de execução de obras públicas financiadas total ou parcialmente com recursos da União (TCU, 2020a).

A cadeia contratual de um megaprojeto é complexa, com muitas ligações entre fornecedores e subcontratações. A cada ligação existe oportunidade de alguém pagar propina em troca de um favorecimento ilegal. Além disso, o pagamento de cada trabalho realizado pode gerar oportunidade de suborno a ser pago como retorno para aprovação de trabalho extra, aceitação de serviço defeituoso, extensão de prazo ou acréscimo indevido nos custos. Muitos componentes de uma obra são superpostos por outros, o que dificulta a verificação se sua execução foi de acordo com o padrão requerido e, conseqüentemente, pode deixar empreiteiros tentados a lançar mão de materiais de qualidade inferior e subornar funcionários para atestarem que o trabalho foi realizado de acordo com as especificações. Esses fatores associados à falta de diligência correta dos executantes e de fiscalização de agentes públicos podem contribuir para que a corrupção se instale e que a obra seja realizada fora das especificações (STANSBURY, 2005).

Megaprojetos, em razão da complexidade inerente, devem ser realizados por empresas competentes e consolidadas no mercado. Nem sempre, porém, o processo de escolha é baseado somente na capacidade técnica comprovada pelo muito bom desempenho das grandes obras realizadas, podendo ser decor-

---

1. Irregularidade grave: fato indicativo de que a obra está sendo contratada ou executada de forma irregular, podendo causar danos à sociedade. Os tipos de irregularidades graves estão descritas no artigo 118 da LDO (TCU, 2020b).

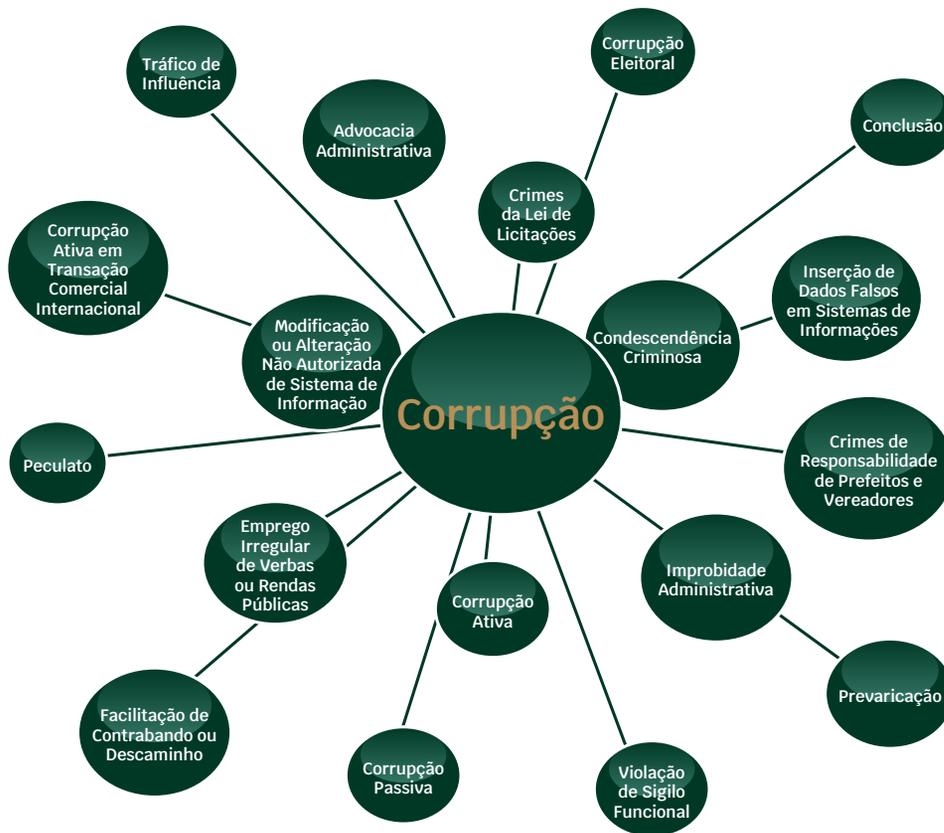
rente de esquemas de corrupção. Nesse caso, além do prêmio à incompetência, tem-se a concorrência inescrupulosa, que pode excluir do processo competitivo empresas sérias e competentes ou, ainda, tornar endêmico o suborno, com todas as empresas passando a incluir no preço do contrato valores relativos ao suborno (STANSBURY, 2005).

O termo “corrupção” recebe diferentes definições de acordo com o país ou entidade internacional, o tempo e o contexto jurídico ou disciplina (ROSE-ACKERMAN; BONNIE, 2016). Corrupção pode ser definida como o abuso do poder confiado para ganho privado (TRANSPARENCY INTERNATIONAL - TI, 2020; TRANSPARENCY INTERNATIONAL NEW ZELAND - TINZ, 2020). No âmbito dos megaprojetos, corrupção é aquilo que “se realiza entre particulares e agentes públicos, com a finalidade de obtenção de ganhos ilícitos, bem como para impedir a entra-

da de novos agentes privados em contratos públicos” (NAKAMURA, 2018). A corrupção pode ser classificada em “pequena”, referindo-se ao abuso diário do poder confiado por funcionários públicos de baixo e médio escalão em suas interações com cidadãos comuns, ou “grande”, que diz respeito aos atos de corrupção cometidos por instituições relevantes, como governos e tribunais. Uma subcategoria chamada “corrupção política” refere-se à manipulação de políticas, instituições e regras processuais na alocação de finanças ou outros recursos, perpetrada por formuladores de políticas (TI, 2015 *apud* LOCATELLI *et al.*, 2017).

No Brasil, conforme ilustra a FIG. 1 (BRASIL, 2020), o termo corresponde à realização de diversas condutas que incluem tanto as infrações penais quanto as civis e administrativas. Diferentes elementos ajudam a explicar a corrupção em obras de infraestrutura.

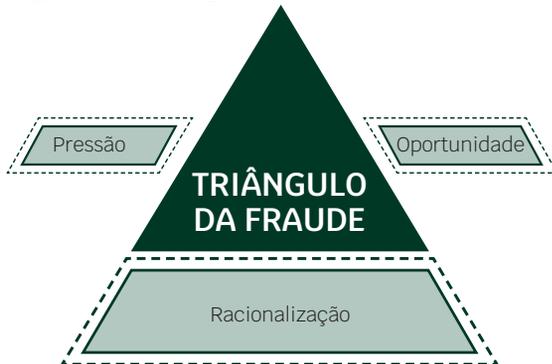
Figura 1: Conduitas que fazem parte do gênero “corrupção”



Fonte: Brasil (2020).

Para entender melhor como a corrupção ocorre, é interessante observar a teoria do “Triângulo da fraude”, de Donald R. Cressey (1953). Essa teoria defende que a corrupção ocorre a partir de três fatores: pressão, oportunidade e racionalização (FIG. 2). A pressão é o primeiro fator que motivará o crime, podendo ser de cunho pessoal ou profissional, mas comumente a motivação acontece devido ao incentivo financeiro. O segundo fator, oportunidade, diz respeito

às fraquezas do sistema, como controles ineficazes e falhas na governança, que levam um indivíduo a explorar essas lacunas com seu poder e habilidade em razão da percepção do baixo risco de ser pego. Entende-se que, mesmo havendo a pressão, se a oportunidade não existir a fraude não se efetivará. A racionalização, último fator do triângulo, é formulada pelo indivíduo para que seu ato antiético seja tido como moralmente aceitável e dissociado de prática criminosa.

**Figura 2:** Triângulo da fraude

Fonte: Association of Certified Examiners (ACFE, 2015).

A partir do triângulo da fraude, outra teoria, criada por Wolfe e Dana (2004), incluiu uma nova aresta, capacidade, gerando o modelo “Diamante da fraude” (FIG. 3). Nesse modelo, que explicita algo que estava implícito no Triângulo da fraude, o indivíduo deve ter habilidades pessoais e técnicas para cometer a fraude. Portanto, “[...] a pressão é a causa-raiz da fraude, que leva o indivíduo a racionalizar e buscar uma oportunidade, e quando esse cenário está montado, bastaria a capacidade do indivíduo para a fraude ocorrer” (TCU, 2017a).

**Figura 3:** Diamante da fraude

Fonte: ACFE (2015).

Em alguns casos, a tomada de decisão que escolhe determinado megaprojeto pode ser motivada mais pela possibilidade de geração de suborno do que pela vantajosidade do projeto apurada pelas análises de custo x benefício. Consequentemente, pode-se comprometer o crescimento do país com empreendimentos que demandam alto volume de investimento público, mas ficam aquém da produtividade esperada. Além disso, o foco passa a ser concentrado nos novos

megaprojetos em detrimento de investimento público em despesas correntes de Operação e Manutenção (O&M), podendo chegar, em países com altos índices de corrupção, ao extremo de se reduzir propositamente os investimentos em O&M para justificar a reconstrução de empreendimentos ou de se aceitar a entrega de projetos de baixa qualidade e que necessitarão de investimentos complementares. Um empreendimento em deterioração significa mais gastos para o

setor público e oportunidades adicionais de negócios para o setor privado, comprometendo o crescimento ao diminuir os recursos governamentais necessários para financiar os gastos produtivos (TANZI, 1997).

Os megaprojetos de infraestrutura, pela magnitude dos recursos envolvidos, em que pequenos desvios em termos percentuais podem gerar elevados valores aos esquemas de corrupção, também são caracterizados pela acentuada dificuldade dos órgãos de controle em realizar auditorias por conta da complexidade.

No Brasil, vários megaprojetos foram executados por grandes empreiteiras que possuíam forte influência política e histórica de desvios sob amplo espectro de partidos políticos. Esse processo foi fortalecido com a política de criação de “campeãs nacionais” por meio de acesso privilegiado a concorrências e crédito de bancos públicos. Assim, houve uma banalização do processo de corrupção, conforme amplamente demonstrado pela Operação Lava Jato (GONÇALVES; ANDRADE, 2019; LAZZARINI, 2011).

Finalmente, alguns megaprojetos, como usinas nucleares, são ligados a questões estratégicas e tecnologias sigilosas, que dificultam o trabalho de auditorias externas e o controle da sociedade. Muitas vezes, tais projetos apresentam lacunas de transparência e são muitas vezes justificados como de interesse nacional, sem trazerem dados

mais precisos e concretos de sua motivação (TCU, 2017b).

Os casos de corrupção envolvendo megaprojetos de infraestrutura têm sido debatidos pela sociedade. São comuns notícias de altos valores de superfaturamento e propinas nesses tipos de projetos. Destaca-se, contudo, que os impactos da corrupção vão muito além. Estudos salientam que a principal fonte de prejuízo dos megaprojetos é a falta de viabilidade econômica, a qual pode ser também decorrente de decisões temerárias influenciadas por um ambiente corrupto. Assim, é importante que os órgãos de controle avaliem não apenas aspectos como superfaturamentos, mas também a própria motivação das decisões e a efetividade das contratações de megaprojetos.-

Um projeto é tido como viável quando os ganhos para a sociedade superam os seus custos diretos (ex.: investimentos públicos e privados nas obras) e indiretos (ex.: impactos ambientais e sociais). Avaliações independentes de megaprojetos icônicos, como o Eurotunnel e o “Big Dig”, em Boston, chegaram a custos superiores aos benefícios (FLY-VBJERG, 2014).

No Brasil, estimativas do TCU indicam que o superfaturamento decorrente da atuação de cartel das construtoras somou R\$ 18 bilhões em obras da Petrobras, sendo que a própria estatal reconheceu que houve o pagamento de R\$ 6 bilhões em propinas (TCU, 2020b).

No entanto, a fonte mais significativa de prejuízo à estatal e à sociedade como um todo foi a parcela gerada pelo não retorno dos investimentos (valor presente líquido - VPL negativo). De acordo com dados compilados de acórdãos do TCU, o prejuízo com apenas dois empreendimentos da Petrobras, RNEST e Comperj, pode chegar a mais de US\$ 31 bilhões, aproximadamente R\$ 150 bilhões em valores atuais (TCU, 2016; TCU, 2017c).

Portanto, a solução dos problemas associados a muitos dos megaprojetos de infraestrutura tem sua origem na realização de avaliações de custo-benefício que representem a situação real dos projetos, a partir das quais os processos tanto de avaliação quanto de aprovação de investimentos em megaprojetos passarão a ser menos influenciados por funcionários de alto nível corruptos, ou seja, o processo decisório será menos sujeito à distorção por conta da corrupção.

Para mais eficiência, tais avaliações de custo-benefício precisam ser

monitoradas constantemente ao longo do ciclo de vida do empreendimento, possibilitando reavaliações periódicas sobre a vantajosidade da continuidade do projeto.

A taxa de retorno determinada por meio da análise de custo-benefício do empreendimento, quando detalhada e corretamente calculada, pode facilitar o processo de fiscalização e auditoria. Um orçamento sem distorções, ainda que com pequenos erros de estimativa, pois uma obra de engenharia é um processo probabilístico, pode evitar que sejam construídos “elefantes brancos” e “catedrais no deserto”, obras concluídas e nunca usadas, algumas muito maiores e complexas do que o necessário (TANZI, 1997). Conforme apresentado, há muitos fatores que contribuem para a corrupção e inviabilidade de megaprojetos de infraestrutura, mas, por outro lado, o conhecimento e o estudo detalhado desses fatores podem mitigar esse problema.

## Saiba +

Aprenda mais sobre a influência negativa da corrupção no artigo (em inglês): “Corruption, Public Investment, and Growth” (Tanzi, Davoodi, 1998)



## 2

## VIESES E DETURPAÇÕES NA EXECUÇÃO DE MEGAPROJETOS DE INFRAESTRUTURA

Para além do problema da corrupção, uma série de práticas nos setores público e privado ajuda a explicar a prevalência de megaprojetos que geram prejuízos econômicos para a sociedade.

Levantamento realizado por Flyvbjerg (2014) relata dezenas de casos de megaprojetos cujo custo final da obra superou de forma desastrosa o orçamento original. A lista inclui várias grandes obras de infraestrutura de transporte, como o Canal de Suez (1900% acima do orçamento), ferrovia Troy e Greenfield nos Estados Unidos da América (EUA) (900%); Ponte, em Verrazano, nos EUA (280%); rede de túneis “Big Dig”, em Boston (220 vezes); e linha de trem de alta velocidade Shinkansen, no Japão (100%).

Em outro levantamento, o mesmo autor descreve que investimentos em ferrovias urbanas tiveram aumento de custo médio de 45% em relação à previsão, enquanto a receita provinda da obra foi, em média, 50% menor do que o previsto (FLYVBJERG; BRUZELIUS; ROTHEN-GATTER, 2003).

Ao mesmo tempo, projetos profundamente deficitários raramente são cancelados em função do **viés do custo afundado** (*sunk cost effect*). Mesmo

nos casos em que se tornaram claros o custo excessivo do empreendimento e sua inviabilidade econômica, gestores públicos tendem a seguir com o projeto devido ao investimento substancial realizado irrecuperável e à preocupação dos tomadores de decisão em relação à sua reputação vinculada ao fracasso do projeto (ARKES; BLUMER, 1985; ARKES; HUTZEL, 2000; KARDES; OZTURK; CA-VUSGIL, 2013; OMOREGIE, 2016).

Usualmente, os megaprojetos de engenharia seguem uma sequência de execução dividida normalmente em cinco fases: estágio estratégico, estágio de engenharia conceitual, estágio de licitação ou detalhado, estágio de pré-construção e estágio de construção (FIG. 4) (LIU; ZHU, 2007). Embora os nomes dessas fases possam variar de país para país, o conceito é semelhante. Para cada uma dessas fases realiza-se a estimativa de custo para a sua execução e a acurácia da previsão progride, bem como são incluídos recursos organizacionais no decorrer do desenvolvimento das estimativas. À medida que um projeto avança em seu ciclo de vida, mais informações sobre o escopo, *design* e especificações do projeto ficam disponíveis, o que permite à equipe de

estimativa orçar com mais precisão a quantidade e o preço dos materiais e recursos (LIU; WEHBE; SISOVIC, 2010). A FIG. 4 mostra de forma genérica uma proposta de como seria o processo ideal de desenvolvimento da análise de viabilidade de empreendimentos, considerando boas práticas internacionais. As

fases do modelo compreendem o desenvolvimento de um megaprojeto desde a sua concepção (proposta inicial) até a operação poder ser desenvolvida. Esse modelo apresenta momentos decisórios em que as alternativas serão avaliadas e definida(s) aquela(s) que seguirão para as próximas fases.

**Figura 4:** Desenvolvimento do detalhamento do projeto e das estimativas ao longo do tempo



Fonte: elaborado pelos autores.

No Brasil, o processo de realização de uma obra pública<sup>2</sup> pode ser feito de forma direta, quando a obra é conduzida pelo próprio órgão ou entidade da Administração, por seus próprios meios, ou de forma indireta, quando é contratada com terceiros por meio de licitação. As duas etapas iniciais do processo de desenvolvimento de projetos deveriam seguir uma avaliação estratégica que indica a viabilidade do investimento em relação a uma lista de opções (que inclui a decisão de não realizar a obra). Em seguida,

deve-se avaliar a melhor resposta para atender a uma demanda da sociedade, sob os aspectos técnico (análise de alternativas), ambiental (exame preliminar do impacto ambiental adequando o empreendimento ao meio ambiente) e socioeconômico (análise de melhorias e prejuízos ocorridos com o empreendimento).

Também são levantados os custos inerentes a cada possível alternativa. Deve-se verificar também a relação custo/benefício de cada opção, averiguando

2. Obra pública entende-se como toda construção, reforma, fabricação, recuperação ou ampliação de bem público (TCU, 2014).

a compatibilidade entre os recursos disponíveis e as necessidades da população afetada. Com a conclusão dos estudos e definição da alternativa, deve-se preparar relatório com a descrição e avaliação da opção selecionada, suas características principais, os critérios, índices e parâmetros empregados na sua definição, demandas que serão atendidas com a execução e pré-dimensionamento dos elementos, isto é, estimativa do tamanho de seus componentes (TCU, 2014).

Muitas vezes, porém, esses estudos sofrem com um forte **viés otimista** que coloca o projeto em uma ótica positiva pouco realista. Uma vez que a cadeia de atos envolta com a tomada de decisão dos megaprojetos retrata um entrelaçamento de várias premissas, há ainda uma impulsão desse viés do otimista ao longo da vida útil do megaprojeto, especialmente porque em sua fase preliminar, diante da significativa escassez de informações, sobrexiste mais espaço para a ancoragem em tal viés, o que torna o problema sistemático. O problema torna-se particularmente agudo quando visões pessimistas são suprimidas e opiniões otimistas recompensadas e, como resultado, as pessoas perdem a capacidade de pensar criticamente (HMT, 2011; LOVALLO; KAHNEMAN, 2003). Esse viés otimista, também conhecido como a **falácia do planejamento** no âmbito da infraestrutura, é causado pela predisposição cognitiva encontrada na maioria das pessoas para julgar eventos futuros sob uma luz mais positiva do que seria per-

mitido a partir de dados empíricos sobre casos pretéritos (FLYVBJERG, 2006; 2008).

No caso dos megaprojetos, esse viés otimista faz com que engenheiros, economistas e agentes políticos tendam a desenhar cenários irreais que superestimam os benefícios, subestimam os custos. Para aumentar o sucesso dos empreendimentos, o processo de análise das alternativas deve procurar identificar e avaliar o impacto das variáveis que estão fora do controle direto do executor do projeto, dirimindo o máximo possível a imprevisibilidade (**veja análise de risco adiante**). Como consequência do viés do otimismo é comum que os proponentes dos projetos ignorem esses riscos e assumam como pressuposto que a execução da obra de infraestrutura será realizada em condições ótimas (DENICOL; DAVIES; ILIAS, 2020; FLYVBJERG; BRUZELIUS; ROTHENGATTER, 2003).

O viés do otimismo é um autoengano, não sendo intencional. São comuns também casos em que funcionários, sob pressão ou cooptação de agentes políticos, explicitamente produzem análises excessivamente otimistas de forma proposital. Estimativas e previsões iniciais são usadas de forma enganosa para informar a tomada de decisão e obter o alinhamento e o apoio necessários das partes interessadas (incluindo o contribuinte), para prosseguir com o projeto preferido. Ao subestimar o custo ou a duração, pode-se conduzir a decisões irrealistas, conflitantes e saturadas de in-

teresses pessoais ou políticos. Esse tipo de uso instrumental de análise de custo-benefício é conhecido também como **deturpação estratégica** e muitas vezes está ligado à formação de esquemas de corrupção durante a execução de megaprojetos de infraestrutura. Projetos de engenharia que substituam drasticamente os riscos e variáveis da execução de megaprojetos (ex.: chuvas sazonais, prazos para licenciamento, características do terreno) fornecem oportunidades para a criação de esquemas de corrupção (FLYVBJERG; BRUZELIUS; ROTHENGATTER, 2003).

Parte dos problemas surge durante o processo de licitação e execução das obras. Após ganhar a concorrência com

uma proposta de valor baixo, as empreiteiras muitas vezes mencionam a existência de supostos “fatores imprevisíveis”, que não foram considerados nos contratos, e com base nisso solicitam aditivos (*claims*) ao contratante, aumentando o custo total de modo a concluir as obras. Essa estratégia também conta algumas vezes com servidores estrategicamente posicionados, que são responsáveis pela avaliação dos contratos originais e sua aprovação. Assim, já foram comprovados casos cujo viés otimista é adotado de modo explícito desde o início do projeto, já prevendo reivindicações futuras de modo a desviar recursos ou garantir o resultado da concorrência de modo fraudulento (ROOKE; SEYMOUR; FELLOWS, 2004; TANZI, 1997).

### Saiba +

Aprenda mais sobre as causas de insucessos em projetos de infraestrutura no artigo (em inglês): “Underestimating Costs in Public Works Projects Error or Lie?” (Flyvbjerg et al., 2002)



# 3

## MEDIDAS DE MITIGAÇÃO DO RISCO DE PERDAS ECONÔMICAS COM MEGAPROJETOS DE INFRAESTRUTURA

Grande parte dos estados modernos se inspirou na teoria de Montesquieu, em sua Constituição, separando o poder absoluto, até então concentrado na figura do monarca, nos poderes Legislativo, Executivo e Judiciário. Os três poderes são independentes, harmônicos entre si, mas também devem limitar a ação um do outro dentro das linhas definidas pela Constituição de cada país. No caso do Brasil, cabe ao Legislativo aprovar as contas apresentadas pelo Poder Executivo de modo a verificar a legalidade dos atos desse poder. O Tribunal de Contas da União, por sua vez, tem a responsabilidade de auxiliar o Legislativo de maneira independente, ao realizar auditorias do processo de seleção e execução de obras de infraestrutura entre outros atos do Executivo. Diferentes estudos e manuais de boas práticas realçam a importância da adoção de mecanismos rigorosos de controle independente, a partir da verificação da adequação formal dos atos do Executivo com a legislação vigente.

Além de análises puramente jurídicas, os órgãos de controle precisam também avaliar as justificativas e motivações econômicas e de engenharia dos projetos. Desse modo, é possível identificar projetos potencialmente inviáveis economicamente ainda no estágio

estratégico, ou seja, antes do início das obras, possibilitando a correção e mitigação de danos ao Erário. Diferentes instrumentos podem auxiliar o Executivo e os órgãos de controle na melhoria da qualidade da seleção e execução de megaprojetos de infraestrutura. Nessa seção serão apresentados de forma breve os seguintes instrumentos: a) análise de risco; b) estudo de viabilidade técnica, econômica e ambiental; c) metodologia *front-end-loading*; d) *five case model*; e) *reference class forecasting*.

### 3.1 Análise de risco

Uma das formas de se aprimorar a análise técnica de megaprojetos de infraestrutura é por meio da identificação sistemática dos riscos envolvidos na obra. Por exemplo, os estudos ligados aos megaprojetos de infraestrutura de transporte devem incluir a identificação e adequação do corredor, necessidades adicionais de terreno, interface com rodovias existentes e futuras e outras redes de transporte (e impacto correspondente no projeto), previsões de tráfego (especialmente em um projeto de rodovia pedagiada) e impacto socioambiental

tanto da construção quanto da operação da rodovia. Deve ser realizada consulta sobre o impacto socioambiental, com quantificação do efeito do projeto sobre as pessoas, vida selvagem e *habitat*, que irá servir de referência para a gestão eficaz dos riscos ambientais e sociais.

O combate às grandes lacunas de infraestrutura continua a ser uma das prioridades em todo o mundo e, independentemente da forma de financiamento (público, privado e parceria público-privada), os governos precisam adotar uma abordagem de mais longo prazo para a identificação, alocação e gestão contínua dos riscos do projeto.

A compreensão profunda dos riscos é condição prévia para a elaboração de projetos de infraestrutura. E a aplicação adequada dos princípios de alocação de risco pode permitir que um projeto satisfaça as necessidades da sociedade e, assim, cumpra as metas governamentais de impulsionar o investimento em infraestrutura de alto impacto.

Uma matriz de risco tem por finalidade identificar e alocar os riscos entre os agentes intervenientes e propor medidas de mitigação e possíveis mecanismos de apoio governamental. Visa proporcionar aos governos e, se pertinente, às partes interessadas do setor privado orientações específicas sobre a alocação adequada dos riscos do projeto. Deve ser considerada, sempre, como indicativa, e não exaustiva, dos principais riscos que devem ser considerados em projetos,

particularmente em megaprojetos de infraestrutura, ou seja, é o ponto de partida para o entendimento das questões de alocação de risco e para o desenvolvimento de matriz de risco específica para cada projeto a ser analisado, pois circunstâncias individuais e sua jurisdição implicam riscos adicionais que precisam ser considerados.

Diferentes estudos revelam a importância da elaboração de matrizes de risco para investimentos em infraestrutura, com destaque para rodovias, ferrovias, aeroportos, portos, veículos leves sobre trilhos, geração de energia hidrelétrica, linhas de transmissão de energia elétrica, tratamento e distribuição de água e tratamento de resíduos sólidos (KOKS *et al.*, 2019; SITZENFREI *et al.*, 2011).

A título de exemplo, é possível citar os diferentes tipos de risco relacionados a investimentos em rodovias. A matriz de risco considera o projeto, a construção e/ou reabilitação e prolongamento de rodovias existentes, o financiamento (público e/ou privado), a operação (particularmente os fatores que podem alterar significativamente a demanda para menos ou para mais), a manutenção e a reabilitação da infraestrutura viária e as instalações de apoio e os custos para os usuários ao longo da vida em serviço considerada (inclusive os acidentes). Entre os riscos mais significativos, destacam-se:

- a) Risco de aquisição de terras e de local: devido à extensão e à natureza de uma rodovia, pode ser de-

- safiador adquirir adequado corredor de terra livre de quaisquer restrições e com a anuência necessária;
- b) risco de demanda/receita;
  - c) risco ambiental-social: o impacto de uma rodovia sobre o *habitat*, a infraestrutura (social) e as comunidades em geral, bem como em propriedades e indústrias adjacentes, deve ser cuidadosamente avaliado. Questões como poluição e ruído, bem como a necessidade potencial de realocação das partes afetadas e o impacto sobre os direitos de terras indígenas, devem ser abordadas de acordo com normas internacionalmente reconhecidas;
  - d) risco de conclusão/início de operações: a conclusão dos trabalhos dentro do prazo e do orçamento constitui um desafio especial, tratado no item “Aumentos de custos e atrasos na conclusão de obras”.

### 3.2 Estudo de viabilidade técnica, econômica e ambiental (EVTEA)

A legislação brasileira estabelece que os proponentes de projetos de infraestrutura que envolvem concessões necessitam apresentar aos órgãos de controle um estudo de viabilidade técnica, econômica e ambiental (EVTEA). Pesquisas dessa natureza também são esperadas no processo de planejamento de obras de in-

fraestrutura de modo a garantir o bom uso do recurso público – Leis nºs 8.666/1993 art. 6º (BRASIL, 1993), 12.462/2011 art. 1º (BRASIL, 2011) e 5.917/1973 art. 1º, 3º, 5º e 18 (BRASIL, 1973).

O EVTEA é um “conjunto de estudos desenvolvidos para avaliação dos benefícios diretos e indiretos decorrentes dos investimentos em implantação de novas infraestruturas de transportes ou melhoramentos das já existentes” (DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE – DNIT, 2016).

Por exemplo, no âmbito do DNIT, a avaliação é realizada em cinco fases, com o objetivo de averiguar os índices de viabilidade e se os benefícios estimados justificam os custos dos projetos. A primeira fase contempla estudos preliminares, incluindo a coleta, tratamento e armazenamento de dados internos e externos ao DNIT, além de informações coletadas na região objeto dos estudos.

Na segunda fase, realiza-se o diagnóstico dos problemas, a proposição das alternativas de solução, incluindo investigações relacionadas aos impactos sociais, ambientais e de tráfego para cada uma das alternativas. A coleta de dados indispensáveis que não foram obtidos nas fases anteriores é realizada *in loco* na terceira fase, incluindo dados relacionados ao tráfego, pavimento, leito estradal, informações ambientais e socioeconômicas.

Na próxima fase (quarta) são realizados os estudos que determinam as obras

necessárias para adequação e/ou construção de acordo com as alternativas e são estimados os custos do empreendimento, incluindo custos dos estudos de viabilidade e ambientais, do projeto de engenharia, das obras, das desapropriações, das manutenções, da supervisão da obra e dos programas de atendimento às condicionantes ambientais. O produto dessa fase é o relatório preliminar de custos, que pode ser estimado com base nos custos médios gerenciais do DNIT ou em valores parametrizados.

E, finalmente, na quinta fase, todos os dados das etapas anteriores são consolidados, os benefícios de cada alternativa são quantificados, e são gerados, para cada alternativa, os indicadores econômicos: taxa interna de recurso (TIR), VPL, benefícios x custos (DNIT, 2016).

Uma limitação importante do EVTEA é que esses instrumentos tendem a ser aplicados para avaliar um projeto específico em vez de partir da análise do problema público que necessita de resposta. Desse modo, o foco das análises já parte do pressuposto de que só existe um modo para resolver o problema e que o projeto em questão é a resposta mais promissora. Por exemplo, o EVTEA de uma rodovia tem como objetivo avaliar a viabilidade daquela obra específica em vez de discutir de modo mais estruturado o problema que busca ser mitigado (como o custo de transporte) e as alternativas para a solução do mesmo problema (como ferrovia, hidrovía). Portanto, muitas vezes os EVTEAs tornam-

-se estudos de “viabilização” de decisões já tomadas no âmbito político, sendo acompanhadas pelo viés do otimismo e também pela deturpação estratégica.

Mais recentemente, surgiram também outras abordagens que se somam aos elementos trazidos pelo EVTEA de modo a garantir processos e resultados mais robustos, com destaque para o *Front-End-Loading* (FEL), o *Green Book* e o *Five-Case Model*.

### 3.3 Metodologia *Front-End-Loading*

A metodologia *Front-End-Loading* (FEL) consiste no processo de validação das análises de investimento por etapas. Essa metodologia surgiu no setor privado com o objetivo de otimizar os investimentos em projetos com grande impacto financeiro, mas seu uso também se ampliou para empresas de capital misto, como a Petrobras, sendo também adotado pelo setor público em diferentes países. Essa metodologia busca analisar os estágios iniciais do projeto, obtendo dados como identificação dos produtos a serem produzidos, localização da futura unidade fabril, demanda do mercado, capacidade de produção, características técnicas, estudo de viabilidade, etc. (PRADO, 2014).

A metodologia FEL é realizada em três etapas: FEL1, FEL2 e FEL3, sendo que ao final de cada etapa acontece o momento da tomada de decisão por meio dos portões (*gates*), onde se avalia se o projeto continuará a ser desenvolvido, levando em consideração a maturidade

das informações e a viabilidade do projeto. Se houver maturidade suficiente (informações necessárias de acordo com o esperado na fase) e o projeto se mostrar viável, a decisão pode ser conduzi-lo para a etapa subsequente. Outra opção é mantê-lo na fase atual para aprofundamento e melhoria na maturidade. E a última opção, se o projeto não se mostrar viável, é a interrupção do projeto.

O FEL1 determina o escopo e os objetivos do empreendimento, a estimativa inicial do montante de investimento e propõe alternativas conceituais que serão desenvolvidas na fase subsequente. Nesse momento é realizada a análise do negócio (ex.: cálculo *capital expenditure* - CAPEX -, TIR, VPL)<sup>3</sup>.

No FEL2, são estudadas as alternativas do projeto, muitas delas propostas na fase de FEL1, e busca-se definir a melhor baseada nas condições técnicas, ambientais, sociais e econômicas que terá seu escopo principal congelado nessa fase. Estudam-se as soluções tecnológicas com a elaboração da engenharia conceitual e aprofunda-se nos estudos com um esforço de engenharia maior que permita acurácia média para a avaliação econômica. No FEL2 o retorno financeiro é um parâmetro decisivo e, caso o projeto não se mostre atrativo segundo a avaliação econômica, atingindo ou superando a taxa mínima de

atratividade, ou seja, apresentando VPL positivo, o projeto não prosseguirá para a próxima fase de desenvolvimento, FEL3.

No FEL3, desenvolve-se a engenharia básica da solução definida na fase anterior. Algumas organizações optam por iniciar a engenharia detalhada ainda nessa fase, para atingir um nível de maturidade mais alto e reduzir os riscos durante a etapa de implantação. O objetivo dessa fase é desenvolver os entregáveis para permitir o início da implantação (HOLLMANN, 2016; *INSTRUMENT FOR PRE-ACCESSION ASSISTANCE* - IPA, 2020; MERROW, 2011; PRADO, 2014; ROMERO; ANDERY, 2016). O processo de planejamento, aprovação e monitoramento de projetos de investimentos da implantação da Refinaria Abreu e Lima seguiu os critérios e orientações normativas denominados “Sistemática<sup>4</sup>”, que foi inspirada na metodologia FEL (TCU, 2016). Ao final deste capítulo, será apresentado um breve estudo de caso da RNEST.

### 3.4 The Green Book

O principal documento do Tesouro do Reino Unido para avaliação de políticas, programas e projetos é o *Green Book*. Esse guia orienta como a avaliação deve ser concebida e monitorada antes, durante e após a sua implementação. O processo de tomada de decisão terá como etapa obrigatória a avaliação

3. O VPL busca estimar o valor presente de um certo investimento ao considerar pagamentos futuros projetados, descontados à taxa-desconto apropriada, menos o custo do investimento inicial em bens capitais (CAPEX). Um VPL positivo indica que o projeto é economicamente viável. O TIR representa a taxa de desconto (i.e., juros) máxima no qual um investimento ainda terá VPL positivo.

4. Sistemática Corporativa de Projetos de Investimentos do Sistema Petrobras.

de alternativas de políticas, e todas as especificidades que envolvem a política devem trabalhar juntas desde a análise estratégica até a implementação, fornecendo o melhor valor público (HMT, 2018).

O **Green Book supplementary guidance: optimism bias** é um material suplementar ao *Green Book* que auxilia na condução das estimativas de custos, benefícios e duração, na falta de evidências primárias robustas. O objetivo desse suplemento é diminuir o viés otimista nas previsões por meio do gerenciamento de projetos e do gerenciamento de riscos (HMT, 2013a). É interessante notar que os documentos são práticos e auxiliam tomadores de decisão e fiscalizadores. Por exemplo, o *Checklist for Assessment of Business Cases* consiste em *checklist* para identificar se todos os pontos do processo de avaliação foram estudados e respondidos (HMT, 2018).

Ademais, para atender a empreendimentos específicos do setor de transporte, o **Green Book supplementary guidance: transport** apresenta os procedimentos para lidar com o viés do otimismo no planejamento de transporte com o intuito de diminuir a tendência das pessoas a serem otimistas na avaliação dos projetos. Recomenda, ainda, usar dados empíricos para estimativas de custo, benefícios e duração dos projetos e, inclusive, na falta de base de evidências específicas, usar dados de projetos anteriores ou projetos similares. Um estudo realizado pelo Departamento de Transporte Britânico, mostra as causas

principais desse viés otimista e como ele pode ser minimizado promovendo a orçamentação mais realista (*BRITISH DEPARTMENT FOR TRANSPORT - BDT, 2004*).

No tocante às análises ambientais nas avaliações de políticas, foi elaborado em 2013 o **Green Book supplementary guidance: environment**. Esse guia é um suplemento pertencente ao *Green Book* e relaciona as considerações inerentes aos impactos ambientais nas avaliações de políticas, principalmente relacionados à avaliação dos riscos climáticos e à adaptação de políticas, programas e projetos, incluindo a resiliência climática. Ele descreve o que precisa ser considerado no caso de avaliações ambientais (qualidade do ar; alterações climáticas; gerenciamento de risco de inundação; desperdício; avaliação de projetos de transporte, entre outros). Ele é composto por três outros documentos: *Accounting for environmental impacts in policy appraisal*; *Accounting for the effects of climate change*; e *Introductory guide to the valuation of ecosystem services* (HMT, 2013b).

Por fim, o **Green Book supplementary guidance: risk** é composto por nove documentos, entre eles o **Orange Book (HMT, 2004)**, que descreve uma estrutura para o desenvolvimento e implementação de processos de gestão de risco em organizações governamentais. Esses documentos se completam e juntos orientam fundamentada formulação da gestão de riscos em projetos governamentais, identificando, tratando e monitorando os riscos (HMT, 2013c).

Saiba +

Aprenda mais sobre o Green Book e seus guias suplementares no site do Tesouro Britânico. Nesse site, você também pode ter acesso aos documentos do Five Case Model (em inglês)



### 3.5 Five Case Model (5CM)

A metodologia *Five Case Model* (5CM) foi desenvolvida e adotada na última década pelo Reino Unido, de modo a mitigar as limitações das abordagens tradicionais dos estudos de viabilidade (HMT, 2018; NZT, 2019; UK GOVERNMENT, 2020). Nas publicações do *Green Book*, estão contempladas orientações para aplicação do 5CM com o intuito de orien-

tar a condução do processo de avaliação de políticas, projetos e programas no Reino Unido.

O 5CM é implementado em cinco dimensões para identificar se o investimento ou projeto continuará a ser desenvolvido ou não, podendo ser descontinuado em qualquer estágio se deixar de atender a alguma das dimensões: estratégica, econômica, comercial, financeira e gerencial.

#### Quadro 1: Perguntas: dimensões do 5CM

Dimensão	Perguntas a serem respondidas nessa dimensão
Estratégica	Por que a mudança (incluindo a racionalidade por trás da intervenção)? Qual a situação atual? O que deve ser feito? Quais são os resultados esperados? Como esses resultados se encaixam em políticas e objetivos governamentais mais amplos?
Econômica	Qual o valor líquido para a sociedade (o valor social) da intervenção em comparação à continuidade do <i>business as usual</i> ? Quais são os riscos e os custos desses riscos e como eles podem ser mais bem gerenciados? Qual opção reflete o valor líquido ideal para a sociedade?
Comercial	Um acordo comercial realista e creditável pode ser alcançado? Quais os riscos e quem será responsável por gerenciá-los?
Financeira	Qual o impacto da proposta no orçamento do setor público em termos de custo total tanto de capital quanto de receita?
Gerencial	Existem planos de entrega realistas e robustos? Como a proposta pode ser entregue?

Fonte: HMT (2018).

Na **dimensão estratégica**, avalia-se se o projeto está de acordo com o planejamento estratégico governamental e identifica-se se o investimento no projeto é justificado pelos objetivos que ele irá proporcionar. Nessa fase, identifica-se de modo claro o problema a ser eventualmente resolvido pelo projeto (ex.: alto custo de transporte, falta de energia elétrica) e se o projeto é de fato necessário para resolver o problema, tendo em vista cenários futuros e o planejamento governamental naquela área.

Na **dimensão econômica**, faz-se a análise custo x benefício do investimento levando-se em consideração os valores sociais que serão apresentados para a sociedade em cada alternativa considerada (incluindo a opção de *business as usual*). Enquanto o EVTEA tem como foco um projeto específico, no 5CM é realizada a análise de custo-benefício e de risco de diferentes alternativas para a solução do problema identificado na dimensão estratégica (ex.: modalidades de transporte, fontes alternativas de geração de energia). Essa fase do 5CM inclui a análise de viabilidade econômica, contendo: alternativas possíveis, desenhos preliminares das alternativas, estudo de mercado, identificação de investimentos suplementares, incluindo estimativas de custos, avaliação preliminar de viabilidade econômica e financeira e análise preliminar de risco das alternativas (FLYVBERG; BRUZELIUS; ROTHENGATTER, 2003). Em todos os casos, deve ser avaliada também a alternativa tendencial

(i.e., *business as usual*), de modo a verificar os ganhos de eventual investimento em relação a um cenário sem gastos na área. Se nenhuma das alternativas estudadas for viável, esse projeto deve ser interrompido. Caso contrário ele deve seguir para as fases seguintes.

Chiavari *et al.* (2020) também sugerem a realização da análise de pré-viabilidade, entre a fase de planejamento e a fase de viabilidade. Essa fase, composta de duas etapas, consiste em realizar estudos mais detalhados, identificando e avaliando a oportunidade de contornar os obstáculos e, assim, validar previamente a exequibilidade dos projetos, além de analisar a complexidade socioambiental que, no modelo anterior, é realizada na fase de viabilidade do projeto, pelos EVTEA e EIA.

Após a comprovação da necessidade (i.e., dimensão estratégica) e viabilidade (i.e., dimensão econômica), o 5CM analisa se a melhor opção selecionada consegue ser “entregável” do ponto de vista comercial, tendo em vista as atuais condições tecnológicas e logísticas.

Na **dimensão financeira**, a avaliação consiste em identificar se esse investimento é viável do ponto de vista financeiro, ou seja, se os valores de CAPEX (i.e., investimentos em bens de capitais) e *Operational Expenditure* (OPEX - custos operacionais) são factíveis de serem realizados.

E na **dimensão gerencial**, identifica-se se o investimento consegue ser

executado, levando-se em consideração a realidade das estruturas governamentais para implementá-lo, e realiza-se a pós-avaliação do projeto.

Com o intuito de garantir a qualidade e trazer mais transparência, padronização e agilidade ao processo de decisão, os países que implementaram o 5CM definem formulários, modelos e critérios mínimos dos estudos a serem seguidos ao longo das fases (HMT, 2018). Portanto, no 5CM, em vez de cada gestor decidir com base na sua própria percepção, cuja probabilidade de ser mais assertiva é menor, é possível aumentar a uniformização e melhoria nos resultados. Outros benefícios podem ser observados com a sua incorporação: redução no tempo e custo necessário para desenvolver e aprovar programas e projetos; conhecimento de todos os desenvolvedores de programas e projetos, uma vez que eles sabem quais informações e procedimentos são esperados e requeridos à medida que os esquemas progridem ao longo do processo de planejamento. Assim, os revisores e aprovadores podem assimilar as propostas mais rapidamente (*OPEN BUSINESS CONSULTING - OBC*, 2019).

Mesmo as metodologias com foco em soluções e comparação entre alternativas, como o 5CM, ainda estão expostas ao viés otimista e até mesmo à deturpação estratégica no processo de seleção dos projetos de infraestrutura. Na ausência de orientações metodológicas claras, os proponentes de projetos podem, involuntária ou propositalmen-

te, adotar parâmetros que estabeleçam a opção desejada como a de maior custo-benefício, e com isso garantir a sua aprovação nas diferentes etapas do 5CM. Para mitigar esse risco, foi desenvolvida, também no Reino Unido, a metodologia do *Reference Class Forecasting* (RCF), também chamada de *Comparison Class Forecasting*.

### 3.6 Reference Class Forecasting

Conforme mencionado anteriormente, existe uma tendência comprovada e sistemática dos avaliadores de projetos serem excessivamente otimistas. Para mitigar esse problema, o *Green Book* recomenda que os avaliadores de projetos façam ajustes explícitos com base empírica nas estimativas de custos, nos benefícios e prazos de projetos anteriores ou semelhantes, inclusive com um guia suplementar específico para tratar sobre esse aspecto (HMT, 2013a).

Uma forma de mitigar o viés do otimismo é por meio da metodologia *Reference Class Forecasting* (RCF). O RCF torna as análises de custo-benefício mais realistas ao obrigar os proponentes dos projetos a compararem suas estimativas com base em dados empíricos de casos similares do passado. O objetivo é mitigar a falácia do planejamento, evitando planos superotimistas, melhorando-os com consulta à estatística de casos semelhantes (KAHNEMAN, 2012). Atualmente, além do Reino Unido, também a Associação Estadunidense de Plane-

jamento (APA) recomenda a adoção do RCF para melhorar a acurácia das análises de viabilidade de projetos de diferentes portes.

Alguns planejadores podem ser tentados, por exemplo, a projetar uma rodovia a custo mais baixo e prazo mais curto para favorecer sua aprovação, desconsiderando o risco de eventos como: chuvas, atrasos nas entregas e problemas de projeto. Pela RCF, porém, os projetos são examinados levando-se em consideração os aumentos ocorridos nos custos e prazos de projetos similares implementados no passado, incluindo os aditivos contratuais, imprevistos de diferentes naturezas e atrasos na entrega, de modo a fornecer estimativas mais realistas.

Ao introduzir a “visão externa” ou previsão de referência, as informações sobre uma classe de projetos similares ou comparáveis são usadas para avaliar probabilidades de que eventos futuros aumentem os custos, atrasem o cronograma ou reduzam os benefícios do projeto, comparando-se ao cenário-base. Assim, apesar de o RCF não poder ser utilizado como um instrumento de orçamentação do empreendimento, é uma importante ferramenta que permite avaliar os projetos de forma mais realista e, portanto, mitigar o viés do otimismo nas análises de viabilidade (FLYVBJERG, 2006; 2008; LIU; WEHBE; SISOVIC, 2010).

Para aplicação da RCF, sugere-se que sejam realizados os três passos a seguir:

- a) Identificar classe de referência anterior em projetos similares. Essa classe de referência deve ser ampla o suficiente para ser estatisticamente significativa, mas estreita o suficiente para ser verdadeiramente comparável ao projeto em pauta;
- b) estabelecer distribuição de probabilidade para a classe de referência selecionada. Isso requer acesso a dados empíricos confiáveis relacionados ao aumento de custo, atrasos no cronograma ou déficit de benefícios, para um número suficiente de projetos dentro da classe de referência para tirar conclusões estatisticamente significativas;
- c) comparar o projeto específico com a distribuição da classe de referência, a fim de estabelecer o resultado mais provável para o projeto em questão (FLYVBJERG, 2006; DFT, 2004).

Em termos simples, o RCF funciona como um coeficiente de segurança baseado nos desvios de custos, benefícios e prazos de projetos similares para avaliar a viabilidade da nova proposta. Esse parâmetro é utilizado para subsidiar a tomada de decisão se um projeto deve ou não ser implementado. Por exemplo, se em determinado país os custos finais de ferrovias aumentam historicamente 40% ao longo da construção e não ocorreu alguma inovação tecnológica, não

existe motivo para avaliar a viabilidade de novo empreendimento sem considerar esse aumento provável na avaliação de custo-benefício.

O principal desafio para a aplicação do método RCF consiste na junção de amostra de projetos semelhantes com

tamanho de amostra grande o suficiente e informações precisas sobre custos. A elaboração desse banco de dados pode demorar a ser feita e, de acordo com o tipo de projeto, talvez nunca seja possível ter um tamanho de amostra grande o suficiente para análise estatística (LIU; WEHBE; SISOVIC, 2010).

### Saiba +

Aprenda mais sobre a utilização do método Reference Class Forecasting (RCF) no artigo (em inglês): “From Nobel Prize to Project Management: Getting Risks Right” (Flyvbjerg, 2006)



Questões relacionadas à corrupção também podem influenciar os dados de custos que serão utilizados para verificação da viabilidade de um empreendimento. Ao analisar as informações de custos incorridos nos projetos, faz-se a comparação com os custos orçados, para elaboração do banco de dados. Os custos incorridos podem contemplar montantes relacionados a diversas fraudes que eventualmente tenham ocorrido no ciclo de vida do empreendimento. O RCF retrata o ambiente em que os dados são colhidos e, se o ambiente for corrupto, é natural considerar que os valores para avaliação da viabilidade do projeto também estejam alterados. Se a cor-

rupção for reduzida, conseqüentemente os custos incorridos tendem a diminuir, com redução, ao longo do tempo, da relação entre os custos orçados e os custos incorridos. Por esse motivo, apesar de o RCF ser um instrumento importante para a correção do viés otimista das análises de custo-benefício, ele não deve ser utilizado como base para auditorias de gastos, com o risco de se naturalizarem esquemas históricos de superfaturamento e cartel.

De acordo com o *Supplementary Green Book Guidance Optimism Bias do Green Book*, na ausência de uma base de evidências mais específica, os departa-

mentos são encorajados a coletar dados atuais para permitir futuras estimativas sobre otimismo. Enquanto isso, deve-se usar os melhores dados disponíveis.

A aplicação do RCF requer a melhoria no processo de planejamento dos projetos. Para isso, é necessário sistematizar e estruturar a documentação dos projetos com base em critérios e padrões que possibilitem que os dados e os resultados possam ser utilizados como base para projetos posteriores (KAHNEMAN, 2012). Definir e compreender melhor o escopo e aprimorar a análise de riscos dos eventos que podem ocorrer no projeto também são fatores imprescindíveis para melhorar o planejamento e contribuir para o sucesso do projeto.

O RCF não tenta prever todos os eventos incertos específicos que afetarão o projeto em particular. Em vez disso, ele coloca o projeto em uma distribuição estatística de resultados na classe de projetos de referência (FLYVBERG, 2006). Nos casos de aplicação desse método, como no Reino Unido, existe um comprometimento do poder público em exigir a utilização de evidências de projetos anteriores para estudos de novos projetos (HMT, 2003a; 2018). Visto que existe o risco de que grande parte da amostragem contenha irregularidades, como superfaturamento, o RCF não pode ser utilizado como método para detectar fraudes. Contudo, ao introduzir nas fases iniciais do projeto dados sobre custos, prazos e benefícios a partir de casos

reais, diminui-se o risco de vieses e deturpações estratégicas que resultam na aprovação de megaprojetos de infraestrutura inviáveis.

Por fim, é importante destacar que o coeficiente de majoração dos custos do RCF retrata o ambiente e o momento em que os dados foram obtidos. Dessa forma, os dados precisam ser constantemente atualizados para retratarem eventuais mudanças estruturais.

Tendo em vista o risco de deturpação de métodos, é importante que os órgãos de controle possam também realizar estudos técnicos de modo independente, a fim de verificar a idoneidade dos resultados apresentados pelo Executivo e iniciativa privada no processo de licitação. Dessa forma, reforça-se a importância de que os projetos sejam sempre acompanhados de perto por entes independentes, como é o caso dos Tribunais de Contas (FLYVBERG, 2006). O ideal é que os megaprojetos sejam monitorados durante todo o ciclo de vida do projeto, permitindo que eventuais desvios de viabilidade sejam identificados de forma tempestiva.

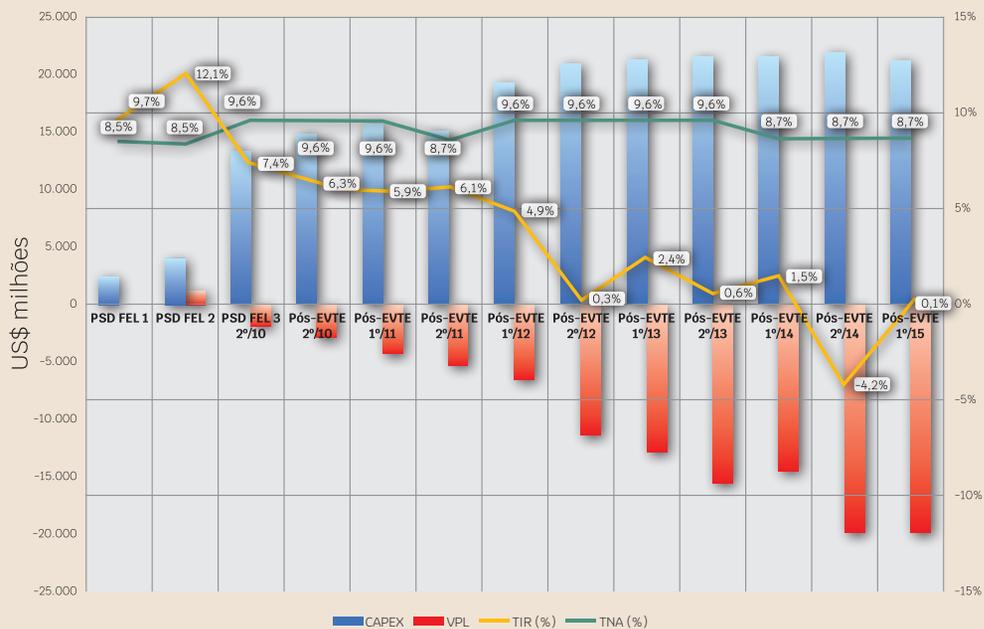
Na próxima seção, serão apresentados modelos computacionais que podem auxiliar no processo de auditoria de megaprojetos com foco nas infraestruturas de transporte. Esse tipo de infraestrutura foi selecionado visto que existem mais métodos maduros e mais possibilidade de comparação entre projetos do que outros tipos de megaprojetos de infraestrutura.

### Breve Estudo de caso - Refinaria Abreu e Lima (RNEST)

Realizar estudos não quer dizer que as análises estejam completas ou que sejam confiáveis. Esses estudos podem sofrer influência de interesses pessoais, políticos, entre outros aspectos que podem fazer com que a análise não demonstre as reais previsões dos projetos, de forma que os custos sejam subestimados, os benefícios superestimados, efeitos socioeconômicos não sejam considerados, impactos socioambientais ignorados, riscos não sejam tratados (FLYVBERG; BRUZELIUS; ROTHENGATTER, 2003; FLYVBERG; HOLM; BUHL, 2002).

O relatório de auditoria da Secretaria de Fiscalização de Infraestrutura de Petróleo, Gás Natural e Mineração (SEINFRAPETRÓLEO) do TCU sobre a Refinaria Abreu e Lima (Refinaria do Nordeste - RNEST) traz um exemplo contundente desses problemas.

**Figura 5:** Evolução dos indicadores econômicos da RNEST elaborados pela Petrobrás.



Fonte: TCU (2016).

No processo de escolha e implementação da RNEST, os gestores da Petrobras seguiram a metodologia FEL, calculando para isso indicadores financeiros chave nas diferentes fases do projeto. Durante a fase inicial, os pacotes de suporte à decisão do projeto (PSDs) realizados para o FEL1 e FEL2 mostravam CAPEX inferior a US\$ 5 bilhões, VPL positivo e TIR entre 10 e 12%, reforçando a atratividade do investimento.

Durante o FEL3, quando foi feita a engenharia básica do projeto, o CAPEX aumentou substancialmente, alcançando mais de US\$ 13 bilhões, e o VPL passou a ser negativo. Mesmo assim, o projeto foi aprovado para a próxima etapa, já que o TIR ainda era de 7,4%, o que justificaria o projeto mesmo à taxa de desconto razoavelmente alta. Nos anos seguintes, durante a implementação do projeto, o CAPEX continuou subindo, enquanto os benefícios estimados eram reduzidos substancialmente, sendo que em 2015 a própria Petrobras já estimava VPL negativo de aproximadamente US\$ 20 bilhões (TCU, 2016).

Essas mudanças radicais nas estimativas sugerem as seguintes situações: profunda incapacidade técnica dos engenheiros e gestores da Petrobras em realizar análises de viabilidade realistas (i.e., viés do otimismo) e/ou manipulação dos estudos de viabilidade como parte do processo de instauração do esquema de corrupção (i.e., deturpação estratégica). Em ambos os casos fica clara a limitação do FEL e outros métodos em garantir a objetividade e idoneidade dos gestores. Como constatado pelos auditores do TCU, “o estudo da cadeia decisória da implantação das obras da Rnest resultou na evidenciação de uma sucessão de atos irregulares de gestão que contribuíram para a atual condição de inviabilidade econômica da refinaria” (TCU, 2016, p. 43).

4

## IMPORTÂNCIA DOS MODELOS COMPUTACIONAIS NA AUDITORIA DE PROJETOS DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE

Os modelos de simulação tornaram-se ainda mais centrais para a tomada de decisão em investimentos na Europa e América do Norte com a difusão de normativas que obrigam à realização de avaliações de custo-benefício. Assim, esses modelos matemáticos passaram a buscar também avaliar o benefício que uma dada opção de investimento em obras de infraestrutura de transporte pode trazer para a sociedade como um todo, de modo a avaliar se esse benefício supera o custo previsto. A principal vantagem do uso de modelos de simulação no planejamento da infraestrutura é a possibilidade de comparar cenários alternativos e obter resultados quantitativos que possam embasar uma decisão racional e evitar ingerência política no processo de decisão e a realização de investimentos públicos equivocados (CRAINIC; FLORIAN, 2008; DAMART; ROY, 2009; PROOST *et al.*, 2013; SAIDI *et al.*, 2018; SOUZA; D'AGOSTO, 2013).

Em paralelo ao desenvolvimento de modelos de simulação ligados à pesquisa operacional com foco econômico e logístico, surgiram, a partir dos anos 1990, estudos que utilizavam sistemas de informação geográfica (SIG) para estimar e

simular o impacto das obras de infraestrutura no meio ambiente. Uma inovação importante do SIG em relação à teoria dos grafos é que o elemento espacial é representado de modo explícito no modelo, correspondendo a uma área específica na superfície terrestre, como em um mapa. Desse modo, é possível estudar a relação entre o traçado de estradas e as modificações observadas no seu entorno com o cruzamento de outras informações espaciais provindas principalmente de dados de sensoriamento remoto por satélite. Foi a partir dessa abordagem que uma multiplicidade de estudos ressaltou a relação entre a construção ou pavimentação de estradas e a explosão do desmatamento na bacia Amazônica e em diferentes países da África, Ásia e Oceania (LAURANCE *et al.*, 2017; LAURANCE; MIRIAM; LAURANCE, 2009; NG *et al.*, 2020; PFAFF *et al.*, 2007; REID; IAN, 1997).

No caso específico da Amazônia brasileira, Barber *et al.* (2014), ao cruzarem espacialmente dados de desmatamento do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e a malha rodoviária compilada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), asseveram que 94% do desmatamento até 2006 ocorreu a me-

nos de 5.5 Km das estradas, sendo 85% no entorno de rodovias estaduais e federais. Com base nesses mesmos dados, diferentes estudos simularam impacto ambiental da infraestrutura de transporte no desmatamento futuro, indicando os custos ambientais gerados pelas emissões de gases de efeito estufa, perda da biodiversidade, regulação das chuvas, entre outros serviços ecossistêmicos (BARNI; PHILIP; GRAÇA, 2015; FEARNside; GRAÇA, 2006).

Alguns desses autores, como Soares-Filho *et al.* (2004), identificaram a importância da criação de unidades de conservação (UCs) como “barreiras” contra o desmatamento, que se irradiaria de rodovias como a BR-163, entre Cuiabá e Santarém. Esses estudos foram então adotados pelo governo no estabelecimento de condicionantes ambientais para a obra, levando à demarcação de uma rede de UCs.

Mais recentemente, alguns estudos buscaram expandir as abordagens tradicionais de análise de custo-benefício de modo a incluir também a simulação de impactos ambientais na análise custo-benefício de investimentos em infraestruturas de transporte. Por exemplo Amend, Fleck e Reid (2013) demonstram como a análise de custo-benefício apresentada pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) para a BR-319 chegaria a resultados diferentes caso fossem considerados os impactos ambientais. Ao analisar somente o custo da obra e os benefícios econômicos da mesma o DNIT calcula que a repavimentação da BR-319 tra-

ria um ganho para sociedade de US\$ 78 milhões, considerando o valor presente líquido em 25 anos. Porém, ao considerar o custo ambiental da obra principalmente na forma de emissões de gases de efeito estufa causados pelo desmatamento induzido pela pavimentação, o projeto traz um prejuízo de US\$ 1.1 bilhão para sociedade. A mesma abordagem foi utilizada também por Vilela *et al.* (2020) ao desenvolver a análise de 72 projetos de infraestrutura de transporte na bacia Amazônica. O estudo compara os investimentos com retorno positivo para a sociedade, além de listar as obras mais prioritárias com base no resultado da análise de custo-benefício.

Essas abordagens de simulação citadas podem se tornar um instrumento importante no processo de auditoria de contas públicas. O *software* HDM-4 já é adotado para avaliar os contratos de concessão de obras de infraestrutura de transporte, simulando estratégias de intervenção nos pavimentos de uma dada malha viária, ao longo do período de concessão, e os custos de construção, de manutenção e reabilitação e, principalmente, de operação dos veículos (consumo de combustível, desgaste de pneus, tempo de viagem, emissão de poluentes etc.) em função da frota veicular e da condição dos pavimentos. O HDM-4 também pode auxiliar os auditores do TCU na avaliação de propostas submetidas por concessionárias de rodovias quando dos processos licitatórios. Todavia, o HDM-4 tem sido utilizado pela Empresa de Planejamento de Logística (EPL), pelo

Ministério de Infraestrutura, pela Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT), pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, por organismos estaduais e por concessionárias de rodovias, principalmente para avaliar projetos específicos.

Assim, diferentes projetos são analisados de modo separado, mesmo nos casos em que diferentes projetos competem pela mesma carga para tornarem-se economicamente viáveis (ex.: Ferrogrão e FIOLE). Desse modo, acaba tornando-se pouco relevante para a avaliação do problema que o megaprojeto busca solucionar, em comparação às alternativas. O uso de diferentes tratativas, pressupostos e dados de entrada por projetos de natureza similar torna mais difícil a comparação entre eles e a identificação de eventuais vieses e deturpações estratégicas. Por exemplo: para se tornar economicamente viável, o estudo submetido pelo DNIT como parte do licenciamento para pavimentação da BR-319 indica que a rodovia irá ser utilizada como modo de transporte de mais de 7 milhões de toneladas de produtos agrícolas anualmente, além de supor que será possível mitigar 95% do desmatamento potencial na região (DNIT, 2008).

Em comunicações oficiais, porém, o próprio Ministério da Infraestrutura reconhece que a hidrovia do Rio Madeira, que é de fato a principal via de exportação de soja e milho da região, possui custo muito mais baixo de transporte (DNIT, 2020). Ao mesmo tempo, a partir da pavimentação dos primeiros trechos

da BR-319 saindo de Porto Velho até Humaitá, observou-se aumento do desmatamento no estado do Amazonas de 465% entre 2009 e 2019 (INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE, 2020).

Historicamente, o processo de escolha locacional para a construção de infraestruturas de transporte terrestre é influenciado principalmente por questões políticas ou seguindo o traçado de rotas já estabelecidas anteriormente. Muitas das principais estradas surgiram espontaneamente, inicialmente, como trilhas utilizadas pela fauna e populações nômades, e posteriormente sendo ampliadas e pavimentadas (RIBEIRO, 1995). Existe também alto grau de dependência no processo de evolução histórica das estradas, sendo que as principais vias de transporte no Brasil e na Europa seguem o traçado da Estrada Real no Brasil e as estradas construídas no período romano na Europa, respectivamente. Em um contexto de integração econômica regional cada vez maior, os custos de transporte tornaram-se uma das importantes barreiras do desenvolvimento em países com grandes extensões territoriais. Desse modo, foram desenvolvidos nos anos 1930 métodos matemáticos provindos da área de pesquisa operacional com o objetivo de simular o funcionamento das redes de transporte e, com isso, apoiar a tomada de decisão sobre investimentos em infraestrutura. Posteriormente, com o desenvolvimento e difusão dos computadores após os anos 1950, tornou-se cada vez mais comum a aplicação de simulações computacionais de tráfego

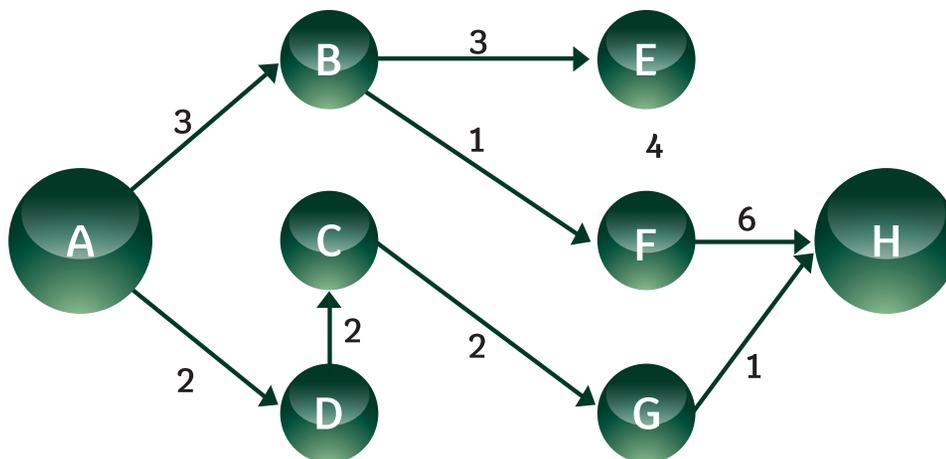
intermodal (i.e., rodoviário, ferroviário, hidroviário, etc.) no planejamento e no processo decisório de investimentos na infraestrutura de transporte (*TRANSPORTATION RESEARCH BOARD - TRB*, 2014).

O ponto de partida desses modelos é a representação matemática da rede de transporte que se busca simular, assumindo na teoria dos grafos a forma de nós ou vértices, que indicam as localidades de origem e destino, e arestas, que representam as vias de transportes em diferentes modais (BIGGS; LLOYD; WILSON, 1986). Cada uma dessas arestas pode incluir dados sobre o tempo e custo da viagem, capacidade de transporte da via, entre outras variáveis, enquanto os nós devem conter a demanda e oferta de transporte, normalmente, na forma de uma matriz de origem e destino. O grafo pode ser direcional, no qual o fluxo só pode ocorrer no sentido indicado pela seta, ou não, em que fluxos em ambas as

direções são permitidos. Com base nessa representação da realidade, o processo de simulação precisa definir uma função objetivo, que indica qual a variável mais importante no processo decisório. No caso de transporte de passageiros ou produtos perecíveis, a função objetivo pode ser o tempo de transporte ou a redução do custo de transporte, independentemente do tempo de viagem (TRB, 2014).

A FIG. 6 representa uma rede de transporte como um grafo direcional, em que o valor das arestas é o tempo de transporte entre os vértices e os fluxos têm como origem o vértice A e como destino final o vértice H. Nesse caso, é possível aplicar diferentes modelos para calcular o caminho ótimo entre esses dois vértices (ex.: A, D, C, G, H).

**Figura 6:** Representação de uma rede de transporte como um grafo



Fonte: ACFE (2015).  
Chartrand, Gary. *Introductory graph theory*. Courier Corporation, 1977.

# 5

## CONCLUSÃO

O presente estudo descortina um panorama sobre os riscos de corrupção e consequente inviabilidade econômica na execução de grandes obras de infraestrutura. A realização desses megaprojetos, apesar de essenciais para o desenvolvimento econômico e social, tem sido marcada por casos de corrupção, custos excessivos e atrasos. Diferentes fatores explicam a existência desses casos no Brasil e em outros países, entre eles: diferentes formas de pressão, oportunidade e falta de controle, que fazem parte das explicações geométricas para a corrupção (i.e., triângulo e diamante da fraude). Como mostrado anteriormente, estudos recentes revelam causas mais profundas, ligadas ao viés do otimismo e à deturpação estratégica nas pesquisas de viabilidade, esta última com o objetivo de justificar “tecnicamente” decisões já tomadas no âmbito político.

Existem diferentes medidas que podem ser tomadas para mitigar o risco de corrupção e inviabilidade de megaprojetos de infraestrutura. Indo além da análise dos requisitos legais, essas medidas envolvem a estruturação do processo decisório, com especial atenção aos estudos de viabilidade econômica. Nesse sentido, métodos como o FEL e o

*Five Case Model* apresentam-se como abordagens/ferramentas para melhorar o processo decisório ao definir critérios objetivos para a aprovação de projetos, com foco na comparação entre diferentes alternativas (inclusive a opção de não realizar o projeto).

Como visto no caso da Petrobras no empreendimento da RNEST, no qual foi adotado o FEL, não basta seguir formalmente um método robusto para ter resultados positivos. Qualquer método pode ser deturpado para atender aos interesses políticos e econômicos específicos e ainda manter a aparência de legalidade e racionalidade econômica. Por isso é crucial o envolvimento dos órgãos de controle internos e externos desde a etapa inicial dos projetos. No caso brasileiro, o controle interno é de responsabilidade da Controladoria Geral da União (CGU) como parte de sua missão de prestar assistência ao Poder Executivo em todos os assuntos relacionados à defesa do patrimônio público e à promoção da transparência da gestão pública com foco no controle interno das contas do Governo Federal. Já o controle externo está a cargo do Tribunal de Contas da União (TCU), cujo papel é auxiliar o Congresso Nacional no acom-

panhamento da execução orçamentária e financeira do país e contribuir com o aperfeiçoamento da Administração Pública em benefício da sociedade. À atividade do TCU e CGU se soma o trabalho do Ministério Público (MP) que atua na defesa do interesse público, incluindo investigação de desvio de dinheiro público, e crimes políticos praticados contra a União ou empresas públicas e autarquias.

Mas para que o TCU, CGU e MP realizem suas missões de modo efetivo, é importante que desenvolvam competências e tenham à sua disposição métodos e modelos computacionais para realizar análises de custo-benefício e de impactos ambientais de forma automática e comparativa de obras dessa natureza.

Essa capacitação demanda, por sua vez, a realização de treinamento, contratação de servidores especialistas na análise de custo-benefício de obras de infraestrutura e adoção e desenvolvimento de ferramentas voltadas para atender as necessidades desses órgãos de controle. Esses modelos computacionais, juntamente com a adoção de procedimentos mais estruturados para a tomada de decisão, como o *Five Case Model* e o *Reference Class Forecasting*, podem contribuir de modo significativo para a redução da corrupção e inviabilidade de megaprojetos de infraestrutura. Assim, eventuais incoerências, vieses e deturpações podem ser identificados de forma mais fácil, possibilitando recomendações preventivas e assertivas para o Poder Executivo.

## REFERÊNCIAS

AMEND, M.; FLECK, L.; REID, J. Improving cost-benefit analysis in the assessment of infrastructure projects in the Brazilian Amazon. *In*: LIVERMORE, M.A.; REVESZ, R.L. (Eds) **The globalization of cost-benefit analysis in environmental policy**. New York: Policy Integrity, 2012, p. 223-234.

ARKES, H.R.; BLUMER, C. The psychology of sunk cost. **Organizational Behavior and Human Decision Processes**, v. 35, p. 124-140, 1985.

ARKES, H.R.; HUTZEL, L. The role of probability of success estimates in the sunk cost effect. **Journal of Behavioral Decision Making**, v. 13, p. 295-306, 2000.

ASSOCIATION OF CERTIFIED EXAMINERS – ACFE. **The essential resource for anti-fraud professionals**. US edition, 2015.

BARBER, C.P. *et al.* Roads, deforestation, and the mitigating effect of protected areas in the Amazon. **Biological Conservation**, v. 177, p. 203-209, 2014.

BARNI, P.E.; PHILIP, M.F.; GRAÇA, P.M.L.C. Simulating deforestation and carbon loss in Amazonia: impacts in Brazil's Roraima state from reconstructing Highway BR-319 (Manaus-Porto Velho). **Environmental Management**, v. 55, n. 2, p. 259-278, 2015.

BIGGS, N.; LLOYD, E.; WILSON, R. **Graph theory**. Oxford University Press, 1986.

BRASIL. Ministério Público Federal – MPF. **Tipos de corrupção**. 2020. Disponível em: <http://combateacorrupcao.mpf.mp.br/tipos-de-corrupcao> Acesso: 15 nov 2020.

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 5.917, de 10 de setembro de 1973**. Aprova o Plano Nacional de Viação e dá outras providências. Brasília: Câmara dos Deputados, Centro de Documentação e Informação, 1973.

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993**. Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências. Brasília: Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos, 1993.

BRASIL. Presidência da República. Lei nº 12.462, de 4 de agosto de 2011. Institui o Regime Diferenciado de Contratações Públicas – RDC [...]. Brasília: **Diário Oficial da União**, seção 1, edição extra, p. 1.

BRITISH DEPARTMENT FOR TRANSPORT – BDT. **Procedures for dealing with optimism bias in transport planning**: Guidance Document. The British Department for Transport. June, 2004.

BROOKES, N.J.; LOCATELLI, G. Power plants as megaprojects: Using empirics to shape policy, planning, and construction ma-

nagement. **Utilities Policy**, v. 36, p. 57–66, 2015.

CHIAVARI, J. *et al.* **Resumo para política pública**. Ciclo de vida de projetos de infraestrutura: do planejamento à viabilidade. Criação de nova fase pode elevar a qualidade dos projetos. Rio de Janeiro: Climate Policy Initiative.

CRAINIC, T.G.; FLORIAN, M. National planning models and instruments. **INFOR: Information Systems and Operational Research**, v. 46, n. 4, p. 299–308, 2008.

CRESSEY, D.R. **Other people's money: a study in the social psychology of embezzlement**. Glencoe, IL: The Free Press, 1953.

DAMART, S.; ROY, B. The uses of cost-benefit analysis in public transportation decision-making in France. **Transport Policy**, v. 16, n. 4, p. 200–212, 2009. Doi:10.1016/j.tranpol.2009.06.002.

DENICOL, J.; DAVIES, A.; ILIAS, K. What are the causes and cures of poor megaproject performance?: A systematic literature review and research Agenda. **Project Management Journal**, v. 51, n. 3, p. 328–345, 2020.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE – DNIT. **Estudo de viabilidade técnica, econômica e ambiental (EVTEA)**. 2016. Disponível em: [Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental - EVTEA — Português \(Brasil\) \(www.gov.br\)](#) Acesso: 15 nov 2020.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE – DNIT. **Estudo e Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) da BR-319**. 2008. Disponível em:

[Vol.1\\_Caracterização do Empreendimento \(inpa.gov.br\)](#). Acesso: 15 nov 2020.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE – DNIT. **Hidrovia do Madeira**. 2020. Disponível em: [Hidrovia do Madeira — Português \(Brasil\) \(www.gov.br\)](#) Acesso: 19 nov. 2020.

FEARNSIDE, P.M.; GRAÇA, P.M.L.C. BR-319: Brazil's Manaus-Porto Velho Highway and the potential impact of linking the arc of deforestation to central Amazonia. **Environmental Management**, v. 38, n. 5, p. 705–716, 2006.

FLYVBJERG, B.; BRUZELIUS, N.; ROTHENGATTER, W. **Megaprojects and risk: An anatomy of ambition**. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2003.

FLYVBJERG, B. From Nobel Prize to project management: Getting risks right. **Project Management Journal**, v. 37, n. 3, pp. 5–15, Aug. 2006.

FLYVBJERG, B.; HOLM, M.S.; BUHL, S. Underestimating costs in public works projects: Error or lie?, **Journal of the American Planning Association**, v. 68, n. 3, p. 279–295, 2002.

FLYVBJERG, B. Public planning of mega-projects: overestimation of demand and underestimation of costs. *In*: FLYVBJERG, B.; PRIEMUS, H.; van WEE, B. **Decision-making on mega-projects: cost-benefit analysis, planning and innovation**. Edward Elgar Publishing Limited. UK, 2008.

FLYVBJERG, B. What You should know about megaprojects and Why: An overview. **Project Management Journal**, v. 45, n. 2, pp. 6–19, April-May, 2014. Doi: 10.1002/

pmj.21409. Disponible en: [\(PDF\) What You Should Know About Megaprojects and Why: An Overview \(researchgate.net\)](#). Acceso: 7 dic. 2020.

GONÇALVES, V.B.; ANDRADE, D.M. A corrupção na perspectiva durkheimiana: um estudo de caso da Operação Lava Jato. **Revista de Administração Pública**, v. 53, n. 2, p. 271-290, 2019.

HM TREASURY – HMT. **Green Book supplementary guidance: optimism bias**, Hm Treasury. UK Government, 2013a.

HM TREASURY – HMT. **Green Book supplementary guidance: environment**. 2013b. Disponible en: [Green Book supplementary guidance: environment – GOV.UK \(www.gov.uk\)](#). Acceso: 27 nov 2020.

HM TREASURY – HMT. **Green Book supplementary guidance: risk supplementary guidance to the Green Book on risk**. Apr., 2013c. Disponible en: [Green Book supplementary guidance: risk – GOV.UK \(www.gov.uk\)](#). Acceso: 27 nov 2020.

HM TREASURY – HMT. **The Green Book: Central government guidance on appraisal and evaluation**. Hm Treasury, UK Government, 2018.

HM TREASURY – HMT. **The Green Book**. United Kingdom: HM Treasury, 2011.

HM TREASURY – HMT. **The orange book management of risk: Principles and concepts**. United Kingdom: Hm Treasury, Oct., 2004.

HOLLMANN, J.K. **Project risk quantification: A practitioner's guide to realistic cost and schedule risk management**. Probabilistic Publishing, 2016.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS – INPE. **Terra Brasilis**. 2019. Disponible en: [TerraBrasilis \(inpe.br\)](#). Acceso: 19 nov 2020.

INSTRUMENT FOR PRE-ACCESSION ASSISTANCE – IPA **IPA Glossary**. 2020. Disponible en: <https://www.ipaglobal.com/about/ipa-glossary/>. Acceso: 14 de nov. 2020.

KAHNEMAN, D. **Rápido e devagar: duas formas de pensar**. Rio de Janeiro: Objetiva, 2012.

KARDES, I.; OZTURK, A.; CAVUSGIL, T. Managing global megaprojects: Complexity and risk management. **International Business Review**, v. 22, p. 905–917, 2013.

KOKS, E.E. *et al.* A global multi-hazard risk analysis of road and railway infrastructure assets. **Nature Communications**, v. 10, n. 1, pp. 1-11, 2019.

LAURANCE, W.F. *et al.* Road expansion and the fate of Africa's tropical forests. **Frontiers in Ecology and Evolution**, v. 5, p. 75, 2017.

LAURANCE, W.F.; MIRIAM, G.; LAURANCE, S.G.W. Impacts of roads and linear clearings on tropical forests. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 24, n. 12, p. 659-669, 2009.

LAZZARINI, S.G. **Capitalismo de laços: os donos do Brasil e suas conexões**. Rio de Janeiro: Elsevier.

LIU, L.; WEHBE, G.; SISOVIC, J. **The accuracy of hybrid estimating approaches? Case study of an Australian state road & traffic authority**. Paper presented at PMI@ Research Conference: Defining the Future of Project Management, Washington, DC. Newtown Square, PA: Project Management Institute, 2010.

- LIU, L.; ZHU, K. Improving cost estimates of construction projects using phased cost factors". **Journal of Construction Engineering & Management**, v. 133, n. 1, p. 91-95, 2007.
- LOCATELLI, G. *et al.* Corruption in public projects and megaprojects: There is an elephant in the room! **International Journal of Project Management**, v. 35, p. 252-268, 2017.
- LOVALLO, D.; KAHNEMAN, D. Delusions of success: how optimism undermines executives' decisions. **Harvard Business Review**, v. 81, n. 7, p. 57-63, 2003.
- MERROW, E.W. **Industrial megaprojects-concepts, strategies and practices for success**. 1. ed., Hoboken, New Jersey: Wiley, 2011. 371 p.
- NAKAMURA, A.L.S. A infraestrutura e a corrupção no Brasil. **Revista Brasileira de Estudos Políticos**, Belo Horizonte, n. 117, pp. 97-126, jul./dez. 2018, Disponível em: <https://pos.direito.ufmg.br/rbep/index.php/rbep/article/view/588/493>, Acesso: 7 dic 2020.
- NG, L.S. *et al.* The scale of biodiversity impacts of the Belt and Road Initiative in Southeast Asia. **Biological Conservation**, v. 248, p. 108691, 2020.
- NZT. **The BBC Framework and the Annual Budget Process**. New Zealand Government. 2019. Disponível em: [The BBC Framework and the Annual Budget Process \(treasury.govt.nz\)](https://www.treasury.govt.nz/publications/budget/budget-process). Acesso: 19 abr. 2020.
- OMOREGIE, U. Megaprojects, complexity, and investment decisions. **Open Journal of Business and Management**, v. 4, p. 219-224, Jan., 2016.
- OPEN BUSINESS CONSULTING - OBC. **The five case model**: Open Business Consulting. 2019. Disponível em: [Overview | Five Case Model](#). Acesso: 19 abr. 2020.
- PFAFF, A. *et al.* Road investments, spatial spillovers, and deforestation in the Brazilian Amazon. **Journal of Regional Science**, v. 47, n. 1, p. 109-123, 2007.
- PRADO, D. **Gerenciamento de projetos de capital**: para expansão da capacidade produtiva. Nova Lima: Falconi, 2014.
- PROOST, S. *et al.* Do the selected Trans European transport investments pass the cost benefit test? **Transportation**, v. 41, n. 1, p. 107-132, 2013. Doi: 10.1007/s11116-013-9488-z.
- REID, J.W.; IAN, A.B. Reducing the impacts of roads on tropical forests. **Environment: Science and Policy for Sustainable Development**, v. 39, n. 8, p. 10-35, 1997.
- RIBEIRO, DARCY. **O povo brasileiro: a formação e o sentido do Brasil**. Global Editora, 1995.
- ROMERO, F.; ANDERY, P. **Gestão de megaprojetos**: uma abordagem Lean. Brasport, 2016. Disponível em: [Gestão de Megaprojetos: uma abordagem Lean - Fernando Romero, Paulo Andery - Google Books](#) Acesso: 13 nov 2020.
- ROOKE, J.; SEYMOUR, D.; FELLOWS, R. Planning for claims; An ethnography of industry culture. **Construction Management and Economics**, v. 22, n. 6, p. 655-662, 2004.
- ROSE-ACKERMAN, S.; BONNIE, P. **Corruption and government**: causes, consequences, and reform. Cambridge University, 2016.

- SAIDI, S. *et al.* Integrated infrastructure systems: A review. **Sustainable Cities and Society**, v. 36, p. 1–11, 2017. Doi:10.1016/j.scs.2017.09.022.
- SITZENFREI, R. *et al.* Cascade vulnerability for risk analysis of water infrastructure. **Water Science and Technology**, v. 64, n. 9, pp.1885–1891, 2011.
- SOARES-FILHO, B. *et al.* Simulating the response of land-cover changes to road paving and governance along a major Amazon highway: the Santarém–Cuiabá corridor. **Global Change Biology**, v. 10, n. 5, p. 745–764, 2004.
- SOHAIL, M.; CAVILL, S. Accountability to prevent corruption in construction projects. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 134, n. 9, pp. 729–738, 2008.
- SOUZA, C.D.R.; D’AGOSTO, M.A. Modelo de quatro etapas aplicado ao planejamento de transporte de carga. **Journal of Transport Literature**, v. 7, n. 2, p. 207–234, 2013.
- STANSBURY, N. Exposing the foundation of corruption in construction. *In*: GLOBAL CORRUPTION REPORT. **Special Focus**. Corruption in Construction and Post-Conflict Reconstruction, 2005.
- TANZI, V. Corruption, public investment, and growth. **IMF Working Papers**, v. 97, n. 139, 1997. Disponível em: [\(PDF\) Corruption, Public Investment, and Growth \(researchgate.net\)](#). Acesso: 8/11/20.
- TANZI, V.; DAVOODI, H. Corruption, public investment, and growth. *In*: TANZI, V.; DAVOODI, H. **The welfare state, public investment, and growth**. Springer, Tokyo, p. 41–60, 1998.
- TRANSPARENCY INTERNATIONAL NEW ZEALAND – TINZ. 2020. Disponível em: <https://www.transparency.org.nz/our-story>. Acesso: 7 dic. 2020.
- TRANSPARENCY INTERNATIONAL – TI. **What is corruption**. 2020. Disponível em: <https://www.transparency.org/en/what-is-corruption>. Acesso: 7 dic. 2020.
- TRANSPORTATION RESEARCH BOARD – TRB. **Transportation research**: Traffic and transportation simulation looking back and looking ahead: Celebrating 50 years of traffic flow theory, A Workshop. Circular Number E-C195. Jan., 12/2014. Disponível em: <https://trid.trb.org/view/1353374>. Acesso: 20 nov. 2020.
- TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO – TCU. **Acórdão 1568/2020**. Plenário. 2020a.
- TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO – TCU. **Fiscobras 2020**: fiscalização de obras públicas pelo TCU (24º ano), 2020b. Disponível em: <https://portal.tcu.gov.br/fiscobras2020/>. Acesso: 7 dic. 2020.
- TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO – TCU. **Fal-lo 3052/2016**. Plenário: Relatório de Auditoria (RA). Auditoria realizada na Petrobras com o objetivo de avaliar a gestão da implantação da Refinaria Abreu e Lima, em Pernambuco. 2016.
- TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO – TCU. **Obras públicas**: recomendações básicas para a contratação e fiscalização de obras de edificações públicas. 4. ed., 2014. Disponível em: <https://portal.tcu.gov.br/biblioteca-digital/obras-publicas-recomendacoes-basicas-para-a-contratacao-e-fiscalizacao-de-obras-e-edificacoes-publicas.htm>. Acesso: 7 dic. 2020.

TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO – TCU.  
**Referencial de combate a fraude e corrupção:** aplicável a órgãos e entidades da Administração Pública. Brasília: Secretaria de Métodos e Suporte ao Controle Externo (SEMEC), 2017a.

TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO – TCU.  
**Acórdão nº 483/2017.**

TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO – TCU.  
**Acórdão 2546/2017.**

UK GOVERNMENT. **Infrastructure business case:** International guidance., Infrastruc-

ture and Projects Authority. UK Government, Jul., 2020.

VILELA, T. *et al.* **A better Amazon road network for people and the environment.** 2020. Disponível em: <https://www.pnas.org/content/pnas/117/13/7095.full.pdf> Acesso: 19 nov. 2020.

WOLFE, D.T.; DANA, R.H. The fraud diamond: Considering the four elements of fraud. **CPA Journal**, v. 74, n. 12, p. 38-42, 2004.



