UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO
ESCOLA PAULISTA DE POLÍTICA, ECONOMIA E NEGÓCIOS

FELIPE EDUARDO SANTANA

A INFLUÊNCIA DA ECONOMIA COMPORTAMENTAL NA GESTÃO DE PROJETOS:
UMA ANÁLISE CRÍTICA DO DIAGNÓSTICO DA INCERTEZA

e62324
https://doi.org/10.63026/acertte.v6i2.324

OSASCO
2026

FELIPE EDUARDO SANTANA

A INFLUÊNCIA DA ECONOMIA COMPORTAMENTAL NA GESTÃO DE PROJETOS: UMA ANÁLISE CRÍTICA DO DIAGNÓSTICO DA INCERTEZA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal de São Paulo como requisito parcial para obtenção do grau em Bacharel em Ciências Econômicas.

Orientador: Prof. Eduardo Luiz Machado

OSASCO

2026

RESUMO

Este trabalho investiga as causas do fracasso recorrente em projetos a partir da Economia Comportamental, propondo que a origem do insucesso não reside na execução, mas em uma decisão anterior: o diagnóstico equivocado da incerteza. O objetivo é demonstrar que o desalinhamento entre o domínio de complexidade de um projeto e a arquitetura metodológica adotada constitui um erro cognitivo de natureza econômica, e não meramente operacional. A análise articula a teoria dos vieses cognitivos, em especial o excesso de confiança, a falácia do planejamento e o viés de custo afundado, com a teoria da complexidade, representada pela Matriz de Stacey e pelo framework Cynefin, e com o instrumental econômico das opções reais, do custo de oportunidade e do risco de ruína. Para ilustrar a proposição, examinam-se três casos históricos documentados: a expansão do Canal do Panamá, o projeto Sentinel do FBI e o colapso do Knight Capital. Os casos evidenciam que o erro de diagnóstico opera como mecanismo causal primário, antecedendo e condicionando a escolha metodológica e amplificando os vieses táticos subsequentes. Conclui-se que o tratamento da incerteza deve ser institucionalizado como etapa formal e auditável de diagnóstico, deslocando o foco da gestão de projetos da execução para a leitura correta da natureza do problema.

Palavras-chave: economia comportamental; gestão de projetos; vieses cognitivos; complexidade; opções reais.

ABSTRACT

This study investigates the recurring failure of projects through the lens of Behavioral Economics, arguing that the root of failure lies not in execution but in a prior decision: the flawed diagnosis of uncertainty. The objective is to demonstrate that the misalignment between a project's complexity domain and its adopted methodological architecture constitutes a cognitive error of an economic nature, rather than a merely operational one. The analysis combines the theory of cognitive biases, particularly overconfidence, the planning fallacy and the sunk cost bias, with complexity theory, represented by the Stacey Matrix and the Cynefin framework, and with the economic tools of real options, opportunity cost and ruin risk. To illustrate the proposition, three documented historical cases are examined: the Panama Canal expansion, the FBI Sentinel project and the collapse of Knight Capital. The cases show that the diagnostic error operates as the primary causal mechanism, preceding and conditioning the methodological choice and amplifying the subsequent tactical biases. It is concluded that the treatment of uncertainty should be institutionalized as a formal and auditable diagnostic stage, shifting the focus of project management from execution to the correct reading of the nature of the problem.

Keywords: behavioral economics; project management; cognitive biases; complexity; real options.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 — Custo esperado das duas arquiteturas e o limiar de diagnóstico p* 36
Figura 2 — O viés de diagnóstico (q < p) e o deslocamento da decisão 37
Figura 3 — Estática comparativa: o limiar p* em função da perda por ruína 38
Figura 4 — Síntese comparativa dos três casos 54

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 8

2 O FATOR HUMANO: ECONOMIA COMPORTAMENTAL E VIESES COGNITIVOS NA GESTÃO DE PROJETOS 11

2.1 Sistema 1 e Sistema 2: A Arquitetura da Decisão 11

2.2 O Excesso de Confiança: O Viés Estratégico 12

2.3 A Falácia do Planejamento: Quando o Plano Mente 14

2.4 O Viés de Custo Afundado: A Armadilha do Passado 15

2.5 A Cadeia Causal: Do Viés Estratégico aos Vieses Táticos 17

3 DIAGNÓSTICO DA INCERTEZA: TEORIA DA COMPLEXIDADE E FRAMEWORKS DE CLASSIFICAÇÃO 19

3.1 Por que nem todo problema é igual: introdução à complexidade 19

3.2 A Matriz de Stacey: certeza e acordo como variáveis de diagnóstico 20

3.3 O Framework Cynefin: os cinco domínios e suas implicações Gerenciais 21

3.4 O erro de classificação como viés cognitivo 23

3.5 O diagnóstico como pré-condição da escolha metodológica 24

4 ARQUITETURAS DE GESTÃO: METODOLOGIAS PREDITIVA E ADAPTATIVA SOB A LENTE DA COMPLEXIDADE 26

4.1 As premissas de cada paradigma 27

4.2 Mecanismos de feedback: como cada arquitetura lida com informação nova 28

4.3 Resposta à incerteza: como cada metodologia trata o que não foi Previsto 29

4.4 A grade analítica: critérios uniformes para a comparação 31

4.5 A leitura econômica da escolha metodológica: opções reais, valor da informação e custo do compromisso 32

4.5.1 Uma ilustração numérica: sensibilidade do limiar a p, q e à perda por ruína 36

4.6 Conclusão parcial: adequação metodológica e domínios de complexidade 39

5 ANÁLISE DE CASOS: ADEQUAÇÃO METODOLÓGICA E SEUS EFEITOS ECONÔMICOS 41

5.1 Caso 1 — A Expansão do Canal do Panamá: Adequação Preditiva em Ambiente Complicado 41

5.2 Caso 2 — O Projeto Sentinel do FBI: Falha Preditiva e Salvação Adaptativa em Ambiente Complexo 45

5.3 Caso 3 — O Colapso do Knight Capital Group: Inadequação Adaptativa em Ambiente Rígido 48

5.4 Síntese Comparativa: A Grade Analítica em Ação 52

6 CONCLUSÃO 54

6.1 Limitações e agenda de pesquisa 56

REFERÊNCIAS 59

1 INTRODUÇÃO

A literatura sobre gestão de projetos acumulou, nas últimas décadas, ferramentas, metodologias e boas práticas em quantidade considerável. O Guia PMBOK®, os *frameworks* ágeis, as certificações profissionais e os softwares de controle se multiplicaram. E, ainda assim, os projetos continuam falhando em taxas que não encontram explicação puramente técnica. O Standish Group registra, em seus relatórios anuais sobre o setor de tecnologia, que menos da metade dos projetos são concluídos dentro do prazo, do orçamento e com o escopo previsto. Em setores de infraestrutura, os números são igualmente preocupantes.

Esses números, contudo, devem ser lidos com cautela metodológica. A metodologia dos relatórios CHAOS do Standish Group é objeto de críticas quanto aos critérios que utiliza para classificar um projeto como bem-sucedido ou fracassado (Eveleens e Verhoef, 2010). Ainda assim, o padrão geral de elevadas taxas de insucesso não depende exclusivamente dessa fonte: ele é corroborado por evidências independentes, como a análise de centenas de megaprojetos de infraestrutura conduzida por Flyvbjerg (2003), o que sustenta o paradoxo de que parte deste trabalho.

A resposta convencional a esse paradoxo é de natureza operacional: faltou planejamento, faltou controle, faltou comunicação. Essa leitura não está errada, mas está incompleta. Ela pressupõe que o problema está na execução, quando as evidências apontam para uma falha anterior e mais fundamental: a falha que ocorre no momento em que se decide como gerenciar, antes mesmo de começar a gerenciar.

É nesse ponto que a Economia Comportamental oferece uma contribuição ainda subexplorada. A partir dos trabalhos de Daniel Kahneman e Amos Tversky sobre vieses cognitivos, reunidos na obra de Kahneman (2012), e dos desenvolvimentos de Thaler e Sunstein (2019) sobre tomada de decisão, sabe-se que os seres humanos não decidem como agentes racionais. Eles superestimam sua capacidade de previsão, subestimam a complexidade dos problemas e resistem a revisar planos mesmo com evidências contrárias. Esses padrões não são aleatórios: são estruturais e previsíveis.

Este trabalho parte de uma hipótese que conecta esse arcabouço à prática da gestão de projetos. A raiz de grande parte das falhas não está nos vieses que surgem durante a execução, mas em um viés anterior e mais silencioso: o erro de diagnóstico da incerteza. Antes de escolher uma metodologia, o gestor precisa responder a uma pergunta fundamental: que tipo de problema este projeto representa? É um problema complicado, com variáveis conhecidas e solução técnica definida? Ou é um problema complexo, cujas variáveis interagem de forma imprevisível e cuja solução só emerge na prática? A resposta deveria determinar a arquitetura de gestão adotada. O argumento central deste trabalho é que essa pergunta sistematicamente não é feita com rigor, e que essa omissão é, em si mesma, uma manifestação de viés cognitivo, em especial o excesso de confiança descrito por Lovallo e Kahneman (2003).

As consequências desse erro de diagnóstico são amplificadas pela escolha metodológica que ele produz. Quando uma metodologia preditiva, como o modelo *Waterfall* estruturado pelo PMBOK®, é aplicada a um ambiente genuinamente complexo, ela não apenas deixa de controlar a incerteza: ela a mascara. Ao exigir cronogramas detalhados, orçamentos fechados e escopo fixo em contextos onde nenhum desses elementos pode ser conhecido com antecedência, essa arquitetura obriga a equipe a produzir certezas fictícias. É nesse ambiente de certeza fabricada que vieses táticos como a Falácia do Planejamento e o Viés de Custo Afundado encontram as condições ideais para se consolidar.

Para analisar esse mecanismo, o trabalho mobiliza três corpos teóricos em diálogo. O primeiro é a Economia Comportamental, que fornece o arcabouço analítico dos vieses. O segundo é a Teoria da Complexidade aplicada à gestão, em particular o *Framework* Cynefin de Snowden e Boone (2007) e a Matriz de Stacey (1995), que oferecem as ferramentas para o diagnóstico da incerteza. O terceiro é a literatura normativa de gestão de projetos, que define as arquiteturas metodológicas objeto de análise. A lacuna que este trabalho busca preencher está na mediação entre esses três campos: a literatura existente conecta vieses cognitivos ao fracasso de projetos, mas raramente trata o próprio ato de escolha metodológica como uma decisão sujeita a viés.

A pesquisa classifica-se como ensaio teórico-argumentativo, de natureza qualitativa e explicativa. O procedimento metodológico central é a análise bibliográfica

crítica combinada com o estudo comparativo de três casos históricos, escolhidos por representarem situações arquetípicas: adequação metodológica em ambiente previsível, correção de rota após falha metodológica em ambiente complexo, e inadequação da mentalidade adaptativa em ambiente que exigia rigor preditivo inflexível.

O trabalho está estruturado em quatro seções de desenvolvimento. A Seção 2 desenvolve os fundamentos da Economia Comportamental relevantes para a gestão de projetos, com ênfase nos vieses estratégicos e táticos. A Seção 3 apresenta o *framework* de diagnóstico da incerteza a partir da Teoria da Complexidade. A Seção 4 analisa criticamente as arquiteturas metodológicas preditiva e adaptativa à luz dos domínios de complexidade. A Seção 5 aplica a síntese teórica aos três casos comparativos: a expansão do Canal do Panamá, o Projeto Sentinel do FBI e o colapso do Knight Capital Group. A conclusão retoma a hipótese e discute as implicações dos achados.

2 O FATOR HUMANO: ECONOMIA COMPORTAMENTAL E VIESES COGNITIVOS NA GESTÃO DE PROJETOS

A economia construiu durante décadas seu edifício teórico sobre uma premissa conveniente: o agente econômico racional. Esse agente hipotético processa informações com precisão, pondera alternativas de forma consistente e maximiza sua utilidade sem interferência de emoções ou limitações cognitivas. A elegância matemática desse modelo é inegável. Sua aderência à realidade, porém, é outra questão.

A Economia Comportamental nasce do desconforto com essa distância entre o modelo e o mundo. Não como uma negação da teoria econômica tradicional, mas como um programa de pesquisa que busca incorporar ao arcabouço analítico o que a observação empírica revela: os seres humanos são previsíveis em seus desvios da racionalidade. Eles não erram aleatoriamente, erram de formas específicas, recorrentes e identificáveis. É essa previsibilidade do erro que torna a Economia Comportamental não apenas academicamente relevante, mas operacionalmente útil para entender por que organizações bem estruturadas continuam falhando nos mesmos pontos. No debate acadêmico brasileiro, a relevância e a consolidação desse programa de pesquisa são discutidas por Bianchi (2009), enquanto suas aplicações ao desenho de instituições e de políticas públicas são desenvolvidas por Ariely (2015) e por Meneguin e Ávila (2015), evidência de que os achados comportamentais transcenderam o laboratório.

2.1 Sistema 1 e Sistema 2: A Arquitetura da Decisão

A contribuição mais influente de Daniel Kahneman à compreensão da tomada de decisão é também uma das mais acessíveis em sua estrutura conceitual. Em sua obra de síntese, Kahneman (2012) organiza o funcionamento cognitivo humano em dois sistemas que operam em paralelo e em tensão permanente.

O Sistema 1 opera de forma automática, rápida e involuntária. Ele é responsável pelas respostas imediatas, pelas associações espontâneas, pelos julgamentos intuitivos. Não exige esforço consciente e raramente pode ser desligado voluntariamente. Quando um gestor experiente olha para um projeto e sente imediatamente que aquilo vai funcionar, é o Sistema 1 que está operando. Ele aprende

com a experiência, reconhece padrões e produz respostas rápidas que são funcionais na esmagadora maioria das situações cotidianas.

O Sistema 2, por sua vez, é lento, deliberativo e demanda esforço. É ele que entra em ação ao resolver um problema matemático complexo, ao redigir um contrato ou ao avaliar criticamente uma estimativa de cronograma. Ele é capaz de raciocínio abstrato, consideração de probabilidades e revisão dos julgamentos do Sistema 1. Sua limitação fundamental é o custo: consome energia cognitiva, exige tempo e atenção, e é naturalmente evitado quando as condições permitem que o Sistema 1 dê conta do trabalho.

A relevância dessa arquitetura para a gestão de projetos é direta. Projetos de média e grande complexidade são ambientes que deveriam acionar sistematicamente o Sistema 2: as decisões envolvem alto grau de incerteza, múltiplas variáveis interdependentes, partes interessadas com objetivos conflitantes e consequências econômicas significativas. Na prática, as condições típicas do ambiente de gestão, como pressão de tempo, sobrecarga de informação e reuniões em sequência, criam exatamente o tipo de esgotamento cognitivo que reduz a disponibilidade do Sistema 2 e aumenta a dependência do Sistema 1. O gestor que decide sob pressão não é menos competente do que o gestor que decide com calma: ele está operando com o sistema cognitivo errado para a complexidade da decisão que enfrenta.

2.2 O Excesso de Confiança: O Viés Estratégico

Se há um viés que ocupa posição hierarquicamente superior na cadeia causal que este trabalho descreve, é o Excesso de Confiança. Ele não é um viés entre outros: é o viés que cria as condições para que os demais se manifestem com maior intensidade.

Kahneman (2012) descreve o Excesso de Confiança como a tendência de superestimar o próprio conhecimento, a precisão das próprias estimativas e a capacidade de controle sobre eventos futuros. Ele aparece na crença de que o plano de projeto reflete adequadamente o futuro; na subestimação da probabilidade de eventos adversos; na resistência a incorporar informações externas que contradigam as projeções internas; e, crucialmente para este trabalho, na tendência de classificar

problemas complexos como meramente complicados, acreditando que a expertise técnica é suficiente para dominar a incerteza.

Lovallo e Kahneman (2003) aprofundam essa análise no contexto das decisões executivas, argumentando que líderes organizacionais são particularmente vulneráveis a esse viés por razões que vão além do cognitivo. Há pressões institucionais que recompensam a projeção de certeza e penalizam a admissão de incerteza. Um gestor que apresenta um plano com múltiplos cenários de risco tende a ser percebido como menos competente do que aquele que apresenta um cronograma preciso e um orçamento pontual. Essa dinâmica organizacional amplifica o viés individual, criando um ambiente em que a ficção da certeza é sistematicamente preferida à honestidade da incerteza.

A consequência mais direta desse viés para a gestão de projetos é o que este trabalho denomina erro de diagnóstico da incerteza: a classificação incorreta do tipo de problema que o projeto representa. Um gestor excessivamente confiante tende a perceber como Complicado aquilo que é genuinamente Complexo, acreditando que análise detalhada e planejamento exaustivo são capazes de dominar uma incerteza que, por sua natureza, resiste ao planejamento antecipado. Essa classificação errônea não é um erro técnico: é um erro epistêmico com consequências econômicas profundas, pois determina a escolha da arquitetura de gestão adotada para conduzir o projeto.

Considere-se, a título de ilustração, um gestor que conduziu com êxito uma série de implantações de sistemas transacionais — folhas de pagamento, controles de estoque, portais de cadastro — cujos requisitos eram estáveis e cujas soluções já estavam consolidadas no mercado. Ao receber um novo projeto, desta vez o desenvolvimento de uma plataforma de recomendação dependente do comportamento emergente dos usuários, ele transporta para o novo contexto a confiança calibrada nos anteriores. O mecanismo cognitivo é preciso: o gestor ancora sua estimativa de dificuldade na classe de projetos que domina — a visão interna descrita por Kahneman (2012) — e negligencia a taxa-base de fracasso da classe à qual o novo projeto de fato pertence, a dos sistemas cujo desempenho depende de variáveis que só se revelam na interação. O resultado não é uma deficiência de competência técnica, mas um erro de categorização: classifica-se como Complicado,

e portanto integralmente planejável, um problema cuja incerteza é estruturalmente irredutível no momento do planejamento. A confiança que o serviu bem em um domínio converte-se, transplantada para o outro, na causa primária do desalinhamento metodológico.

2.3 A Falácia do Planejamento: Quando o Plano Mente

A Falácia do Planejamento é talvez o viés mais diretamente custoso na prática da gestão de projetos. Descrita originalmente por Kahneman e Tversky e desenvolvida em Kahneman (2012), ela consiste na tendência de produzir estimativas de tempo, custo e escopo mais otimistas do que a evidência histórica justificaria.

Convém distinguir com precisão a Falácia do Planejamento do Excesso de Confiança tratado na seção anterior, para evitar que se confundam ou se contabilizem em duplicidade. O Excesso de Confiança é um viés epistêmico sobre o conhecimento e o controle: refere-se à superestimação do quanto se sabe e da capacidade de dominar a incerteza, e opera no momento estratégico do diagnóstico. A Falácia do Planejamento é um viés de estimativa sobre prazo e custo: refere-se à projeção sistematicamente otimista desses parâmetros e opera no momento tático do planejamento. Embora correlacionados, pois ambos são formas de otimismo cognitivo, atuam sobre objetos e em momentos distintos do ciclo do projeto, o que justifica tratá-los como elos separados da cadeia causal e não como manifestações de um mesmo viés.

O mecanismo é preciso: ao estimar a duração ou o custo de um projeto, os gestores tendem a adotar o que Kahneman chama de visão interna. Eles focam no plano específico que estão desenvolvendo, nos recursos disponíveis, nas intenções da equipe e nos cenários que conseguem imaginar. Essa perspectiva ignora sistematicamente a visão externa: o que aconteceu com projetos similares no passado, qual é a taxa histórica de desvio nesse tipo de iniciativa, quais são os padrões reais de custo e prazo no setor.

A consequência é documentada em escala. Flyvbjerg (2003) analisou centenas de megaprojetos de infraestrutura em vários países e encontrou que estouros de custo não são exceções: são a norma estatística. Projetos de transporte apresentaram, em média, custos reais 28% superiores às estimativas originais. Projetos de tecnologia

registraram desvios ainda mais pronunciados. Esses números não representam incompetência de gestores individuais: representam a operação sistemática desse viés em escala institucional.

Para a tese central deste trabalho, a Falácia do Planejamento tem uma dimensão adicional que merece ênfase. Ela não opera no vácuo: opera dentro de uma arquitetura metodológica que pode amplificá-la ou contê-la. Uma metodologia preditiva, ao exigir que o projeto seja inteiramente planejado antes de ser executado, obriga o gestor a produzir estimativas detalhadas para o futuro inteiro da iniciativa no momento em que a informação disponível é mínima e a incerteza é máxima. A metodologia não apenas permite o viés: ela o institucionaliza.

Um exemplo torna o mecanismo mensurável. Suponha-se uma equipe que decompõe um sistema em quarenta entregas e estima, para cada uma, a duração no cenário em que tudo transcorre conforme o previsto. A soma dessas estimativas, todas ancoradas na visão interna, produz um cronograma de doze meses. A visão externa partiria de outra pergunta: qual foi, historicamente, o desvio médio em projetos de porte e natureza comparáveis? Se a evidência de referência aponta para estouros da ordem dos documentados por Flyvbjerg (2003), não raro superiores a um terço do previsto, a estimativa honesta situar-se-ia entre dezesseis e dezoito meses. A diferença entre as duas projeções não decorre de erro de cálculo em qualquer entrega isolada, mas de um viés sistemático: a ausência de ancoragem na taxa-base. O ponto decisivo para este trabalho é que a arquitetura preditiva institucionaliza justamente a visão interna - ao exigir o cronograma detalhado e completo no início, quando a informação é mínima, ela converte o otimismo individual em compromisso formal da organização.

2.4 O Viés de Custo Afundado: A Armadilha do Passado

Se a Falácia do Planejamento opera principalmente no início do projeto, distorcendo as estimativas que justificam sua aprovação, o Viés de Custo Afundado opera no meio e no fim, distorcendo as decisões sobre continuar ou abandonar um curso de ação que se revelou problemático.

A teoria econômica é clara: custos já incorridos e irrecuperáveis não deveriam influenciar escolhas prospectivas. Apenas os custos e benefícios futuros são

relevantes para a decisão racional de continuar ou parar. O comportamento humano real desvia sistematicamente dessa prescrição. Thaler (1980) formalizou essa observação: o investimento passado exerce uma pressão psicológica real sobre as decisões presentes, levando indivíduos e organizações a continuar comprometendo recursos em projetos cujo valor esperado futuro não justificaria o investimento, simplesmente para evitar reconhecer uma perda já consumada.

Ariely (2008) mostra que a aversão à perda amplifica o peso psicológico dos investimentos passados de forma desproporcional ao seu valor econômico real. No contexto de projetos, isso se traduz em uma dinâmica perversa: quanto mais recursos foram investidos em um projeto problemático, maior a resistência ao seu cancelamento, independentemente da viabilidade futura da iniciativa. Loewenstein (2007) situa esse fenômeno no quadro mais amplo das preferências intertemporais, mostrando como fatores afetivos e contextuais distorcem sistematicamente a avaliação de custos e benefícios distribuídos no tempo.

Keil (1995) documentou esse padrão em projetos de tecnologia da informação, denominando-o escalada do compromisso. Sua pesquisa demonstrou que projetos de TI frequentemente continuam sendo financiados muito além do ponto em que a análise racional indicaria o abandono, e que os mecanismos psicológicos e organizacionais que sustentam essa persistência são difíceis de contrariar sem intervenções estruturais deliberadas.

A conexão com a arquitetura metodológica é central. Em projetos conduzidos pelo modelo preditivo, o Plano de Projeto aprovado funciona como um compromisso público e formal com uma visão específica do futuro. Qualquer revisão substancial desse plano é percebida como falha de gestão. Essa pressão pelo cumprimento do plano original é, em essência, uma forma sistêmica do Viés de Custo Afundado: a organização continua investindo na ficção do plano original para evitar admitir que as premissas iniciais estavam erradas.

O viés torna-se tangível quando se examina a estrutura da decisão. Considere-se um programa que, após dois anos e o comprometimento de parcela expressiva do orçamento, revela-se tecnicamente inadequado ao objetivo. A escolha economicamente correta é marginal e prospectiva: comparam-se apenas os custos e benefícios futuros de concluir frente aos de recomeçar, tratando o investimento já

realizado como aquilo que ele é — um custo irrecuperável, irrelevante para a deliberação. O comportamento observado inverte essa lógica: o montante já gasto entra na decisão como se a continuidade pudesse resgatá-lo, e quanto maior o investimento prévio, maior a resistência ao abandono. Esse mecanismo individual, formalizado por Thaler (1980), encontra um amplificador organizacional: como demonstra Williamson (1985), o plano aprovado cria compromissos específicos — contratuais, orçamentários e reputacionais — cujo custo de reversão cresce com o tempo, convertendo a distorção cognitiva do indivíduo em um custo de transação real da organização. O viés deixa de ser meramente psicológico e passa a ter preço.

2.5 A Cadeia Causal: Do Viés Estratégico aos Vieses Táticos

Os três vieses discutidos nesta seção não operam de forma isolada. Eles formam uma cadeia causal cujo entendimento é central para a tese deste trabalho.

O Excesso de Confiança opera como viés estratégico: atua antes do projeto começar, no momento em que o gestor classifica o tipo de problema que enfrenta e escolhe a metodologia com que irá gerenciá-lo. Ao subestimar a complexidade do ambiente, o gestor seleciona uma arquitetura de gestão inadequada, tipicamente um modelo preditivo para um problema que exigiria abordagem adaptativa.

Essa escolha metodológica errônea cria as condições para a manifestação dos vieses táticos. A Falácia do Planejamento é amplificada porque a metodologia preditiva exige que se planeje com precisão aquilo que não pode ser conhecido com antecedência. O Viés de Custo Afundado é amplificado porque o plano formal aprovado cria compromissos que tornam progressivamente mais custosa qualquer revisão substancial do curso de ação.

O resultado é um ciclo de distorções que se reforçam: o Excesso de Confiança produz um diagnóstico incorreto da incerteza, que leva à escolha metodológica errada, que cria o ambiente para os vieses táticos se instalarem, que por sua vez reforçam a resistência a reconhecer o erro original de diagnóstico. É essa dinâmica sistêmica, e não a ocorrência isolada de qualquer viés individual, que explica a persistência e a profundidade das falhas em projetos complexos.

A seção seguinte desenvolve o instrumental teórico para operacionalizar o diagnóstico da incerteza que poderia interromper esse ciclo antes que ele se instale.

Um exemplo integrado evidencia o encadeamento. Imagine-se um projeto de transformação digital classificado, logo na largada, como Complicado por um gestor confiante — o viés estratégico em ação. Essa classificação seleciona uma arquitetura preditiva, de escopo e cronograma fechados, que é a decisão metodológica derivada. A partir daí, os vieses táticos encontram terreno fértil: as estimativas detalhadas exigidas quando a informação é mínima materializam a Falácia do Planejamento; e, à medida que os desvios se acumulam, o plano formal já aprovado aciona o Viés de Custo Afundado, tornando cada revisão progressivamente mais custosa. O ponto a reter é que nenhum desses vieses táticos precisaria ter se manifestado com tamanha intensidade: foi o erro de diagnóstico inicial que construiu o ambiente em que se tornaram quase inevitáveis. É essa a distância entre tratar os vieses como falhas isoladas e tratá-los, como aqui se propõe, como uma cadeia causal deflagrada por uma única decisão anterior.

3 DIAGNÓSTICO DA INCERTEZA: TEORIA DA COMPLEXIDADE E FRAMEWORKS DE CLASSIFICAÇÃO

A seção anterior demonstrou que o Excesso de Confiança leva gestores a subestimar sistematicamente a complexidade dos problemas que enfrentam. Mas o que significa, com precisão, classificar um problema como complexo? E por que essa classificação importa tanto para a escolha da metodologia de gestão?

Responder a essas perguntas exige um corpo teórico específico: a Teoria da Complexidade aplicada à gestão. Essa literatura oferece as ferramentas conceituais para distinguir tipos de problemas de forma rigorosa e operacional. Sem esse instrumental, o diagnóstico da incerteza permanece intuitivo e, portanto, vulnerável aos mesmos vieses que este trabalho procura mapear.

3.1 Por que nem todo problema é igual: introdução à complexidade

Uma das premissas mais persistentes da gestão tradicional é a de que os problemas diferem apenas em escala ou em grau de dificuldade técnica. Um projeto grande é mais difícil do que um projeto pequeno; um projeto de engenharia avançada é mais difícil do que um projeto de construção simples. Nessa visão, a diferença entre os problemas é quantitativa, não qualitativa, e a solução é sempre a mesma: mais planejamento, mais especialistas, mais controle.

A Teoria da Complexidade contesta essa premissa de forma direta. Ela argumenta que existem tipos qualitativamente distintos de problemas, e que essa distinção tem implicações profundas para a forma como devem ser abordados. Um problema complicado, como o projeto de um motor a jato, pode ser extremamente difícil tecnicamente, mas é fundamentalmente diferente de um problema complexo, como o desenvolvimento de um novo produto digital em um mercado em formação. O primeiro tem uma solução correta que pode ser encontrada por especialistas com análise suficiente. O segundo não tem solução prévia: a resposta adequada emerge da interação com o ambiente ao longo do tempo.

Essa distinção não é apenas acadêmica. Ela tem consequências diretas e mensuráveis para a gestão. Aplicar a lógica do problema complicado a um problema complexo significa tentar planejar antecipadamente aquilo que só pode ser descoberto na prática. O resultado é exatamente o tipo de falha que os dados do Standish Group

e as pesquisas de Flyvbjerg (2003) documentam: projetos que partem de planos detalhados e chegam a resultados radicalmente diferentes do que foi previsto.

Compreender por que isso acontece requer um olhar mais cuidadoso sobre as ferramentas que a literatura de complexidade oferece para o diagnóstico. As duas mais relevantes para este trabalho são a Matriz de Stacey (1995) e o *Framework* Cynefin de Snowden e Boone (2007).

3.2 A Matriz de Stacey: certeza e acordo como variáveis de diagnóstico

Ralph Stacey desenvolveu sua matriz de complexidade a partir de uma observação aparentemente simples: as decisões gerenciais diferem não apenas no conteúdo técnico, mas em duas dimensões fundamentais que determinam qual abordagem é adequada. A primeira dimensão é o grau de certeza sobre os meios: o quanto se sabe, com antecedência, sobre como alcançar o objetivo desejado. A segunda dimensão é o grau de acordo entre os envolvidos: o quanto os diferentes *stakeholders* compartilham a mesma visão sobre quais objetivos perseguir e quais critérios de sucesso adotar (Stacey, 1995).

Quando ambas as dimensões apresentam alta certeza e alto acordo, o problema está no que Stacey denomina zona de certeza. Nessa zona, os procedimentos estabelecidos funcionam bem: sabe-se o que fazer e todos concordam sobre o que se quer. É o território natural da gestão tradicional, onde o planejamento exaustivo faz sentido porque o futuro é razoavelmente previsível.

À medida que a certeza e o acordo diminuem, o problema migra para zonas progressivamente mais desafiadoras. Na zona de complexidade, tanto os meios quanto os fins estão em disputa ou são desconhecidos. Nesse território, a prescrição de Stacey é radicalmente diferente da gestão tradicional: em vez de tentar planejar e controlar, é necessário experimentar, aprender e adaptar. As soluções não são encontradas por análise antecipada, elas emergem do processo.

A contribuição central da Matriz de Stacey para este trabalho está no que ela revela sobre o erro de diagnóstico. Um gestor que opera com Excesso de Confiança tende a posicionar seus projetos mais próximos da zona de certeza do que a realidade justificaria. Ele superestima o grau de conhecimento disponível sobre os meios e subestima o grau de desacordo ou ambiguidade sobre os fins. Ao fazer isso, seleciona

ferramentas de gestão desenhadas para a zona de certeza e as aplica a problemas que estão, na verdade, na zona de complexidade. O desalinhamento entre ferramenta e problema é a consequência direta desse diagnóstico distorcido.

3.3 O Framework Cynefin: os cinco domínios e suas implicações gerenciais

O *Framework* Cynefin, palavra galesa que significa habitat ou lugar de pertencimento, foi desenvolvido por David Snowden enquanto trabalhava na IBM e refinado em parceria com Mary Boone (Snowden e Boone, 2007). Ele oferece uma taxonomia mais granular do que a Matriz de Stacey, organizando os contextos de tomada de decisão em cinco domínios, cada um com uma lógica gerencial própria.

O domínio Simples caracteriza-se por relações de causa e efeito claras, estáveis e amplamente conhecidas. As melhores práticas existem e funcionam de forma consistente. A resposta gerencial adequada é perceber a situação, categorizá-la e agir com base no procedimento estabelecido. Um exemplo característico é a linha de montagem de um produto industrial maduro, como a fabricação em série de um modelo de automóvel já consolidado no mercado: os processos são conhecidos, os tempos são padronizados e os desvios são identificados e corrigidos por protocolos preestabelecidos.

O domínio Complicado caracteriza-se por relações de causa e efeito que existem, mas não são imediatamente evidentes. Elas podem ser descobertas por análise especializada, mas exigem expertise e tempo. A resposta gerencial é perceber, analisar com suporte de especialistas e então agir. Um exemplo representativo é a construção de uma ponte de grande porte: o problema é tecnicamente exigente, envolve engenharia estrutural avançada e coordenação de múltiplas especialidades, mas as relações causais são conhecidas pela ciência e a solução correta pode ser encontrada por profissionais competentes com as ferramentas adequadas.

O domínio Complexo é onde a distinção do Cynefin se torna mais relevante para este trabalho. Nele, as relações de causa e efeito só podem ser percebidas em retrospecto: elas não são descobertas por análise antecipada, mas emergem da interação entre os agentes do sistema. Não existem boas práticas pré-definidas, apenas práticas emergentes. A resposta gerencial adequada é sondar o ambiente com

experimentos controlados, perceber os padrões que emergem e então responder com base no aprendido. O desenvolvimento de um aplicativo de consumo em um mercado em formação ilustra bem esse domínio: não há como saber antecipadamente quais funcionalidades os usuários valorizarão, como o mercado irá reagir ou quais competidores surgirão. A única forma de descobrir é lançar versões iniciais, observar o comportamento real dos usuários e ajustar continuamente.

O domínio Caótico caracteriza-se pela ausência de relações causais estáveis. Não há tempo para análise: a ação imediata é necessária para estabelecer algum grau de ordem antes que qualquer aprendizado seja possível. A gestão de crise após um vazamento de dados em larga escala em uma instituição financeira exemplifica esse domínio: não há espaço para planejamento cuidadoso, é preciso agir imediatamente para conter o dano, comunicar as partes afetadas e estabilizar a situação antes de qualquer análise mais estruturada.

O quinto domínio, Desordenado, não é propriamente um domínio de atuação: é o estado em que não se sabe em qual dos outros quatro domínios se está. Snowden e Boone (2007) o colocam no centro do *framework* como um alerta: a maior parte dos gestores opera no Desordenado sem perceber, aplicando a lógica de um domínio a problemas que pertencem a outro.

Para os fins deste trabalho, a implicação mais importante do Cynefin está na fronteira entre os domínios Complicado e Complexo. É precisamente nessa fronteira que o erro de diagnóstico mais frequente ocorre: projetos genuinamente Complexos são tratados como Complicados, e a lógica da análise e do planejamento é aplicada onde seria necessária a lógica da experimentação e da adaptação.

3.4 O erro de classificação como viés cognitivo

Até aqui, os *frameworks* de Stacey e Snowden foram apresentados como ferramentas de diagnóstico. Mas por que gestores frequentemente não as utilizam, ou as utilizam de forma inadequada? A resposta conecta diretamente a Teoria da Complexidade ao arcabouço da Economia Comportamental desenvolvido na seção anterior.

O erro de classificação mais comum, tratar o Complexo como Complicado, não é aleatório. Ele segue o padrão preciso do Excesso de Confiança descrito por

Kahneman (2012) e Lovallo e Kahneman (2003). Ao avaliar um novo projeto, o gestor tende a ancorar seu julgamento nas experiências anteriores bem-sucedidas, extrapolando padrões de projetos passados para contextos que podem ser fundamentalmente diferentes. Esse mecanismo leva à ilusão de que o novo projeto é mais familiar e previsível do que realmente é.

Há também uma dimensão organizacional que amplifica esse viés. Os sistemas de governança corporativa foram historicamente projetados para o domínio Complicado: eles exigem planos aprovados, orçamentos detalhados, cronogramas definidos e relatórios de progresso contra metas previamente estabelecidas. Um gestor que diagnostica corretamente seu projeto como Complexo e propõe uma abordagem experimental enfrenta resistência institucional, porque essa abordagem não se encaixa nos mecanismos de controle que a organização reconhece como legítimos.

O resultado é um viés sistêmico de classificação: os incentivos organizacionais empurram os gestores a posicionar seus projetos no domínio Complicado, independentemente de onde eles realmente se encontram. A organização recompensa a aparência de certeza e penaliza a honestidade sobre a incerteza, criando um ambiente em que o diagnóstico correto da complexidade é ativamente desincentivado.

Essa dinâmica tem uma consequência econômica direta: a seleção sistemática de ferramentas de gestão inadequadas para o tipo de problema que os projetos realmente representam. É exatamente essa consequência que a Seção 5 irá documentar em detalhe.

3.5 O diagnóstico como pré-condição da escolha metodológica

A síntese dos dois *frameworks* apresentados nesta seção aponta para uma conclusão operacional importante: o diagnóstico da natureza do problema deve ser tratado como uma etapa formal e explícita da gestão de projetos, anterior à seleção da metodologia.

Na prática corrente, essa sequência frequentemente não é respeitada. A metodologia é escolhida por tradição organizacional, por familiaridade do gestor ou por exigência do cliente, e só então o projeto é moldado para se encaixar nela. Essa

inversão é problemática porque compromete as premissas sobre as quais a metodologia foi construída. O PMBOK® foi projetado para ambientes onde o escopo pode ser definido com precisão antecipada: aplicá-lo a um ambiente onde o escopo é inerentemente emergente não é apenas ineficiente, é estruturalmente contraditório.

O Cynefin oferece uma heurística simples para orientar esse diagnóstico. Antes de iniciar o planejamento metodológico, o gestor deveria perguntar: as relações de causa e efeito neste projeto são conhecidas ou precisam ser descobertas? O escopo pode ser definido antecipadamente ou emergirá ao longo da execução? O sucesso depende de fatores internos controlados ou de fatores externos dinâmicos? Respostas apontando para incerteza e emergência indicam um projeto no domínio Complexo, onde a abordagem adaptativa é estruturalmente mais adequada.

A relevância desse diagnóstico vai além da escolha metodológica inicial. Ela determina também como o projeto será monitorado e como o sucesso será definido e avaliado. Um projeto Complexo monitorado com as métricas de um projeto Complicado, como aderência ao plano original e variância de custo contra a linha de base, produzirá sinais distorcidos que reforçarão os vieses táticos em vez de contê-los.

Uma objeção legítima a qualquer *framework* de diagnóstico de complexidade é a de que a classificação do domínio só se confirma em retrospecto, afinal é da própria definição do domínio Complexo que suas relações causais só se tornem visíveis após o fato. Se assim fosse de modo absoluto, a prescrição de diagnosticar o domínio antes da escolha metodológica seria inexequível, e a tese deste trabalho correria o risco de ser apenas uma racionalização posterior dos fracassos. A resposta a essa objeção está em reconhecer que, embora o domínio não seja diretamente observável ex ante, ele é inferível a partir de indicadores que o são. Quatro deles são particularmente operacionais: o grau de volatilidade dos requisitos, isto é, com que frequência e amplitude as definições do que deve ser feito mudaram em projetos análogos; o grau de desacordo entre os *stakeholders* sobre objetivos e critérios de sucesso, mensurável por instrumentos estruturados de elicitação; o grau de ineditismo do problema, medido pela existência ou ausência de precedentes diretamente comparáveis; e o grau de reversibilidade das decisões, que determina o custo de errar e, portanto, a tolerância do ambiente à experimentação. Nenhum desses indicadores exige conhecer o resultado do projeto; todos podem ser avaliados na fase de iniciação. O diagnóstico ex

ante não é, assim, uma adivinhação do futuro, mas uma leitura disciplinada de sinais presentes, e é a recusa sistemática em fazer essa leitura, e não a sua impossibilidade, que o Excesso de Confiança produz.

É por essa razão que este trabalho posiciona o diagnóstico da incerteza como a variável mediadora central entre o viés cognitivo estratégico e a eficácia da gestão de projetos. O diagnóstico correto não elimina os vieses cognitivos, mas cria as condições para que a arquitetura metodológica escolhida funcione como um contrapeso a eles, em vez de amplificá-los. A seção seguinte examina como as arquiteturas preditiva e adaptativa se relacionam com essa dinâmica em sua estrutura interna.

Para tornar operacional esse diagnóstico, considere-se sua aplicação a dois projetos hipotéticos ainda na fase de iniciação. O primeiro é a substituição de um sistema de faturamento por outro funcionalmente equivalente: os requisitos são estáveis, há acordo entre as áreas sobre o que constitui sucesso, existem inúmeros precedentes diretamente comparáveis e a migração é reversível por rollback. Os quatro indicadores convergem, sem ambiguidade, para o domínio Complicado. O segundo é o desenvolvimento de um produto digital para um mercado em formação: os requisitos mudam a cada ciclo de validação com usuários, as áreas divergem sobre os critérios de sucesso, não há precedente diretamente comparável e as decisões de produto são caras de reverter após o lançamento. O mesmo instrumento aponta, agora, para o domínio Complexo. Em nenhum dos dois casos foi necessário conhecer o resultado do projeto: o diagnóstico apoia-se em sinais observáveis no presente — exatamente o que distingue a leitura disciplinada da incerteza da mera adivinhação, e o que sustenta a viabilidade do diagnóstico ex ante diante da objeção de circularidade.

4 ARQUITETURAS DE GESTÃO: METODOLOGIAS PREDITIVA E ADAPTATIVA SOB A LENTE DA COMPLEXIDADE

As duas seções anteriores construíram os pilares analíticos deste trabalho. A Seção 2 demonstrou que gestores são sistematicamente vulneráveis a vieses cognitivos que distorcem suas decisões antes e durante a execução de projetos. A Seção 3 demonstrou que esses vieses se manifestam com particular intensidade no momento do diagnóstico da complexidade, levando à classificação incorreta do tipo de problema que o projeto representa. Esta seção fecha o argumento teórico ao examinar como as arquiteturas metodológicas disponíveis ao gestor se relacionam com essa dinâmica: quais delas amplificam os vieses em ambientes de alta incerteza, e quais criam mecanismos estruturais capazes de contê-los.

A análise que se segue não pretende determinar qual metodologia é superior em termos absolutos. Essa é uma pergunta mal formulada, porque a adequação de uma metodologia depende fundamentalmente do domínio de complexidade em que o projeto opera. O que esta seção busca demonstrar é algo mais preciso: que as premissas embutidas em cada arquitetura metodológica são compatíveis com alguns domínios do Cynefin e incompatíveis com outros, e que essa incompatibilidade, quando ignorada, cria as condições sistêmicas para a amplificação dos vieses cognitivos descritos na Seção 2.

4.1 As premissas de cada paradigma: o que cada metodologia pressupõe sobre o ambiente

Toda metodologia de gestão carrega consigo um conjunto de premissas implícitas sobre a natureza do ambiente em que será aplicada. Essas premissas raramente são explicitadas nos manuais e guias que definem as metodologias, mas estão presentes em cada uma de suas ferramentas, rituais e estruturas de controle. Compreendê-las é o primeiro passo para avaliar a adequação de cada paradigma aos diferentes domínios de complexidade.

O paradigma preditivo, em sua expressão mais influente no Guia PMBOK® (PMI, 2021), pressupõe que o futuro do projeto é suficientemente conhecível para ser planejado com antecedência. Essa premissa se manifesta em toda a arquitetura do modelo: a Estrutura Analítica do Projeto decompõe o trabalho em pacotes detalhados

definidos antes da execução; o cronograma estabelece a sequência e a duração de cada atividade com base em estimativas feitas no início; o orçamento aloca recursos contra uma linha de base aprovada que servirá de referência para o controle de desvios ao longo de toda a iniciativa. A lógica subjacente é a da engenharia clássica: conhece-se o produto final, conhecem-se os insumos necessários e conhece-se o processo de transformação. O papel da gestão é executar esse processo com a máxima eficiência e o mínimo de desvio.

Kerzner (2017) articula essa premissa de forma explícita ao descrever o planejamento como o instrumento central de redução da incerteza. Na visão preditiva, a incerteza não é uma propriedade inerente ao ambiente: é uma deficiência de informação que pode ser progressivamente eliminada por análise suficientemente detalhada. Essa crença fundamenta a prática do gerenciamento de riscos no modelo tradicional, que busca identificar, quantificar e mitigar antecipadamente todos os eventos adversos possíveis. O pressuposto implícito é que os riscos relevantes podem ser conhecidos antes que ocorram, o que é verdadeiro em domínios Simples e Complicado, mas fundamentalmente falso em domínios Complexos, onde os riscos mais significativos emergem da interação entre variáveis que não podiam ser previstas no momento do planejamento.

O paradigma adaptativo parte de uma premissa radicalmente diferente. O Guia do *Scrum* (Schwaber e Sutherland, 2020) não trata a incerteza como uma deficiência a ser eliminada: trata-a como uma condição permanente do ambiente que precisa ser gerenciada por meio de ciclos curtos de aprendizado. A premissa central é que o conhecimento sobre o projeto emerge durante sua execução, e que a arquitetura metodológica deve ser projetada para capturar e incorporar esse conhecimento de forma sistemática. Em vez de planejar o futuro inteiro antes de começar, o *Scrum* organiza o trabalho em *Sprints* de duas a quatro semanas, cada uma produzindo um incremento funcional e verificável que serve tanto como entrega parcial quanto como experimento: ele revela informações sobre o que funciona e o que não funciona que não estavam disponíveis no início.

Sutherland (2019) descreve essa lógica como a substituição da certeza fabricada pela evidência observável. Cohn (2005) aprofunda essa dimensão ao mostrar como as técnicas de estimativa ágil incorporam explicitamente a incerteza como dado do processo em vez de tratá-la como ruído a ser eliminado. A premissa

subjacente é que a precisão das estimativas aumenta com o tempo, à medida que o trabalho revela informações sobre a complexidade real do problema.

4.2 Mecanismos de feedback: como cada arquitetura lida com informação nova

Uma das diferenças mais consequentes entre os dois paradigmas está na forma como cada um trata a informação nova que surge durante a execução do projeto. Essa diferença é estrutural: não depende da competência do gestor ou da qualidade da equipe, mas está embutida na própria arquitetura de cada metodologia.

No modelo preditivo, o plano aprovado funciona como linha de base e referência primária de controle. Quando informações novas surgem durante a execução, o mecanismo padrão de resposta é o controle de mudanças: a nova informação é avaliada em termos de seu impacto sobre o plano existente, e uma decisão formal é tomada sobre se o plano deve ser ajustado. Esse mecanismo tem uma lógica clara em ambientes estáveis: preserva a integridade do planejamento original e evita que alterações frequentes desestabilizem o cronograma e o orçamento. Brooks (1995) já identificava, contudo, que em projetos de alta complexidade esse mecanismo produz um efeito perverso: a resistência estrutural à incorporação de novas informações significa que o projeto continua avançando com base em premissas desatualizadas, acumulando problemas que só se tornam visíveis quando os desvios já são grandes demais para serem corrigidos sem custo elevado.

O ciclo de feedback no modelo preditivo é, portanto, longo. A informação sobre o estado real do projeto é coletada periodicamente, comparada com o plano e reportada em relatórios de progresso que chegam à liderança com atraso. Quando o problema é identificado, o investimento já realizado cria a pressão psicológica do Viés de Custo Afundado descrito na Seção 2: abandonar ou redirecionar o projeto significa reconhecer que o plano original estava errado, o que é psicológica e politicamente custoso.

No modelo adaptativo, o mecanismo de feedback é radicalmente diferente. A *Sprint Review*, realizada ao final de cada ciclo, é um momento formal e estruturado de inspeção do incremento produzido e de adaptação do plano para o ciclo seguinte. A *Sprint Retrospective* examina o processo em si, identificando o que funcionou e o que precisa mudar. A *Daily Scrum* cria um ciclo de feedback diário que permite identificar

impedimentos antes que os problemas se acumulem. Esses rituais não são cerimônias burocráticas: são mecanismos deliberadamente projetados para reduzir o tempo entre a geração de informação nova e sua incorporação ao processo decisório.

A consequência para a Falácia do Planejamento é direta. Como Kahneman (2012) descreve, esse viés opera porque os gestores planejam com base em uma visão interna do projeto, ignorando a visão externa fornecida pelo histórico de projetos similares. O modelo ágil não elimina esse viés no momento do planejamento inicial, mas cria um mecanismo de correção progressiva: a cada *Sprint*, a estimativa do trabalho restante é revisada com base no que foi efetivamente entregue, substituindo gradualmente as projeções iniciais por evidências reais de velocidade e complexidade.

4.3 Resposta à incerteza: como cada metodologia trata o que não foi previsto

A forma como cada paradigma responde à incerteza não prevista é talvez a dimensão mais reveladora de sua adequação aos diferentes domínios de complexidade.

No modelo preditivo, a incerteza não prevista é tratada como uma anomalia a ser gerenciada pelo sistema de controle de mudanças. Quando um evento inesperado ocorre, o processo padrão é avaliar seu impacto, documentar a mudança, obter aprovação formal e atualizar o plano. Esse processo é adequado quando as mudanças são raras e o custo de replanejamento é justificado pela estabilidade que o plano oferece. Em ambientes Complicados, esse mecanismo funciona bem. Em ambientes Complexos, onde a incerteza não é uma exceção mas uma condição permanente, o processo de controle de mudanças se torna um gargalo: ele foi projetado para filtrar mudanças, não para incorporá-las continuamente.

Royce (1970), em seu artigo original sobre o modelo sequencial, já alertava para esse problema ao propor iterações entre as fases como salvaguarda necessária. A ironia histórica é que a versão do modelo que se popularizou ignorou essa ressalva e adotou a sequência linear pura, precisamente o modelo que Royce considerava arriscado para projetos de alta complexidade.

No modelo adaptativo, a incerteza não prevista não é uma anomalia: é um dado esperado e para o qual a arquitetura está explicitamente preparada. O *Product*

Backlog é intencionalmente dinâmico: pode ser reordenado, expandido ou reduzido a qualquer momento com base em novas informações sobre o mercado, o usuário ou a tecnologia. O *Product Owner* tem autoridade formal para ajustar prioridades entre *Sprints* sem necessidade de aprovação de um comitê de mudanças. Essa flexibilidade não é ausência de controle: é uma forma de controle projetada para ambientes onde a informação mais relevante só existe no futuro.

Serrador e Pinto (2015) documentam empiricamente essa diferença: em sua análise de mais de 1.000 projetos, os índices superiores de sucesso das abordagens ágeis em contextos de alta incerteza refletem precisamente essa capacidade de incorporar informação nova sem o custo estrutural que o modelo preditivo impõe a cada mudança. A vantagem não é cultural ou comportamental: é arquitetural.

4.4 A grade analítica: critérios uniformes para a comparação

A análise desenvolvida nas seções anteriores pode ser sintetizada em uma grade comparativa explícita, construída a partir de critérios que refletem as dimensões mais relevantes para o argumento central deste trabalho. O Quadro 1 apresenta essa síntese de forma estruturada, permitindo uma leitura direta das diferenças arquiteturais entre os dois paradigmas e de suas implicações para os vieses cognitivos descritos na Seção 2.

Quadro 1 — Grade analítica comparativa: modelo preditivo e modelo adaptativo

Critério	Modelo Preditivo (PMBOK® / Waterfall)	Modelo Adaptativo (Scrum / Ágil)
Premissa sobre previsibilidade	O futuro do projeto é suficientemente conhecível para ser planejado com antecedência. A incerteza é tratada como deficiência de informação eliminável por análise.	O conhecimento sobre o projeto emerge durante sua execução. A incerteza é uma condição permanente gerenciada por ciclos de aprendizado.
Ciclo de feedback	Longo. Informações coletadas periodicamente e comparadas ao plano de referência. Mudanças processadas por sistema formal de controle.	Curto. Ciclos diários (Daily Scrum) e semanais (Sprint Review e Retrospective) incorporam informação nova de forma contínua.

Resposta à incerteza não prevista	Tratada como anomalia gerenciada pelo controle de mudanças. O processo filtra e limita alterações para preservar a estabilidade do plano.	Tratada como dado esperado. O Product Backlog é dinamicamente ajustável; o Product Owner pode reordenar prioridades entre Sprints sem aprovação formal.
Efeito sobre a Falácia do Planejamento	Amplifica. Exige estimativas detalhadas no início, quando a informação é mínima. As projeções otimistas são institucionalizadas no plano aprovado.	Contém progressivamente. Estimativas iniciais são refinadas a cada Sprint com base na velocidade real da equipe e na complexidade observada.
Efeito sobre o Viés de Custo Afundado	Amplifica. O plano formal aprovado cria compromisso público que torna psicológica e politicamente custosa qualquer revisão substancial do curso.	Reduz. A ausência de plano rígido e a revisão formal a cada Sprint criam oportunidades institucionalizadas de correção antes que o investimento se torne insuportável.
Domínios do Cynefin adequados	Simples e Complicado. Relações causais estáveis e conhecíveis justificam planejamento antecipado e ciclos longos de controle.	Complexo. Relações causais emergentes exigem experimentação, aprendizado contínuo e capacidade de

Critério	Modelo Preditivo (PMBOK® / Waterfall)	Modelo Adaptativo (Scrum / Ágil)
		redirecionar sem custo estrutural elevado.

Fonte: Elaborado pelo autor com base em PMI (2021), Schwaber e Sutherland (2020), Snowden e Boone (2007) e Kahneman (2012).

A grade evidencia que as diferenças entre os dois paradigmas não são de grau, mas de natureza. Mais importante para o argumento deste trabalho: os efeitos dessas diferenças sobre os vieses cognitivos são assimétricos e previsíveis. O modelo preditivo amplifica sistematicamente a Falácia do Planejamento e o Viés de Custo Afundado em ambientes de alta incerteza, enquanto o modelo adaptativo cria salvaguardas estruturais que reduzem o espaço de atuação desses mesmos vieses.

4.5 A leitura econômica da escolha metodológica: opções reais, valor da informação e custo do compromisso

A grade do Quadro 1 organiza as diferenças entre os dois paradigmas em termos gerenciais. Para os fins de um trabalho em Ciências Econômicas, contudo, essas diferenças precisam ser traduzidas para o instrumental analítico da disciplina. Três conceitos econômicos cumprem essa função e revelam que a vantagem de cada arquitetura em seu domínio adequado não é cultural nem comportamental, mas estritamente econômica: a teoria das opções reais, a economia da informação e o custo do compromisso irreversível.

A primeira lente é a das opções reais. Myers (1977) cunhou o termo para descrever decisões de investimento que conferem ao tomador o direito, mas não a obrigação, de agir no futuro, e Dixit e Pindyck (1994) formalizaram o argumento central: quando um investimento é irreversível e o ambiente é incerto, existe valor econômico positivo em preservar a flexibilidade de decidir mais tarde, à medida que a incerteza se resolve. A arquitetura adaptativa é, sob essa ótica, uma carteira de opções reais. Cada *Sprint* constitui um ponto de decisão em que a organização detém a opção de continuar, redirecionar ou abandonar o curso de ação, exercendo-a à luz da informação revelada pelo incremento anterior. A arquitetura preditiva, ao comprometer escopo, orçamento e cronograma já no início, exerce antecipadamente todas essas opções e extingue seu valor. A sistematização desse instrumental para a estratégia empresarial e a alocação de recursos sob incerteza é devida a Trigeorgis

(1996).

A consequência analítica é decisiva. O valor de uma opção é crescente na volatilidade do ativo subjacente. Em um ambiente Complicado, onde a incerteza fundamental é baixa, o valor das opções de flexibilidade é pequeno e não compensa o custo de *overhead* da iteração: a arquitetura preditiva é economicamente superior porque a flexibilidade que a adaptativa preserva tem pouco a revelar. Em um ambiente Complexo, onde a incerteza é alta, o valor dessas opções é elevado e o prêmio de flexibilidade se paga. McGrath (1999), ao desenvolver o raciocínio de opções reais aplicado ao empreendedorismo, mostra que mesmo o fracasso pode ser economicamente eficiente quando exerce de forma barata a opção de abandono antes que o investimento se torne irrecuperável. É essa a tradução econômica precisa da lógica de errar rápido: não uma tolerância cultural ao erro, mas o exercício racional de uma opção de abandono cujo custo é baixo justamente porque o ambiente o permite.

A segunda lente é a economia da informação. Stigler (1961) estabeleceu que a informação é um bem econômico, com custo de aquisição e valor mensurável. O mecanismo de feedback descrito na Seção 4.2 é, em termos econômicos, um processo de aquisição sequencial de informação que reduz a incerteza sobre o estado real do projeto. O valor esperado dessa informação é tanto maior quanto mais difusas forem as expectativas iniciais, isto é, quanto mais próximo o projeto estiver do domínio Complexo. Os ciclos curtos da arquitetura adaptativa capturam esse valor cedo, quando ele ainda é acionável; os ciclos longos da arquitetura preditiva adiam a aquisição da informação para um momento em que o investimento já consolidado reduz o espaço de ação que essa informação permitiria.

A terceira lente é o custo do compromisso, que conecta o nível individual do viés ao nível institucional do resultado. Williamson (1985) demonstrou que compromissos específicos geram custos de transação e de mudança de rota que crescem com a especificidade dos ativos comprometidos. O Plano de Projeto aprovado no modelo preditivo é precisamente um compromisso dessa natureza: ele cria dependências contratuais, orçamentárias e políticas cuja reversão impõe um custo de mudança de rota crescente ao longo da execução. Esse custo é a tradução econômica, em nível sistêmico, do Viés de Custo Afundado discutido na Seção 2.4: o

que no indivíduo é uma distorção cognitiva torna-se, na organização, um custo de transação real que penaliza a revisão do curso. A arquitetura preditiva, ao elevar deliberadamente esse custo para proteger a estabilidade do plano, institucionaliza a resistência à mudança que o viés individual apenas inicia.

Esses três conceitos permitem formalizar a proposição central do trabalho e demonstrar por que o diagnóstico da complexidade, e não a escolha metodológica em si, é a decisão economicamente vinculante. O modelo estilizado a seguir torna explícita essa relação.

Considere-se um projeto cujo tipo latente é Complexo com probabilidade p e Complicado com probabilidade (1 − p). O gestor precisa selecionar a arquitetura metodológica antes que esse tipo se revele. Sejam C_0 o custo-base de execução, comum às duas arquiteturas; L_a a perda por amplificação que incide quando um projeto Complexo é conduzido pelo modelo preditivo, decorrente da combinação entre Falácia do Planejamento e Custo Afundado; L_r a perda por ruína que incide quando um ambiente Complicado de baixa tolerância ao erro é conduzido pelo modelo adaptativo; κ o custo de *overhead* iterativo da arquitetura adaptativa; e Ω(p) o valor das opções reais que essa arquitetura preserva, crescente em p. Os custos esperados de cada arquitetura são:

$$E[C_{pred}] = C_0 + p \cdot L_A \qquad (1)$$

$$E[C_{adap}] = C_0 + \kappa + (1 - p) \cdot L_R - \Omega(p) \qquad (2)$$

O Quadro 2 sintetiza os parâmetros do modelo e seu comportamento.

Quadro 2 — Parâmetros do modelo de escolha metodológica sob incerteza de diagnóstico

Símbolo	Significado	Comportamento
p	Probabilidade de o projeto ser genuinamente Complexo (tipo latente)	Variável de diagnóstico; não observada diretamente
q	Estimativa subjetiva de p formada pelo gestor	Enviesada para baixo sob Excesso de Confiança (q < p)
C_0	Custo-base de execução, comum às duas arquiteturas	Neutro entre paradigmas
L_a	Perda por amplificação (preditivo aplicado a projeto Complexo)	Falácia do Planejamento + Custo Afundado (caso Sentinel)

Símbolo	Significado	Comportamento
L_r	Perda por ruína (adaptativo em ambiente Complicado de baixa tolerância)	Cauda catastrófica e convexa (caso Knight Capital)
κ	Custo de overhead iterativo da arquitetura adaptativa	Fixo, independente do domínio
$\Omega(p)$	Valor das opções reais preservadas pela arquitetura adaptativa	Crescente em p (na volatilidade do ambiente)

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Dixit e Pindyck (1994), Stigler (1961) e Williamson (1985).

A arquitetura adaptativa minimiza o custo esperado quando seu custo esperado é inferior ao da arquitetura preditiva, condição que define um limiar de diagnóstico p* a partir do qual a flexibilidade compensa. Igualando as expressões (1) e (2), obtém-se o ponto de indiferença:

$$p^* \cdot L_A + \Omega(p^*) = \kappa + (1 - p^*) \cdot L_R \qquad (3)$$

A leitura econômica do limiar é o coração do argumento. A escolha ótima depende inteiramente de p, a probabilidade de o projeto pertencer ao domínio Complexo. Ocorre que o gestor não observa p: ele age sobre uma estimativa subjetiva, que se denota q. O Excesso de Confiança descrito na Seção 2 é, em termos formais, um viés sistemático de subestimação dessa probabilidade, isto é, $q < p$. Esse viés desloca a percepção do gestor para baixo do limiar p* mesmo quando o valor verdadeiro de p o supera, produzindo a seleção sistemática da arquitetura preditiva para projetos genuinamente Complexos. É exatamente o erro do FBI Sentinel, analisado na Seção 5.2. O modelo também captura o erro simétrico: em ambientes de baixo p mas com L_r catastrófico, ignorar a magnitude da perda por ruína conduz à seleção da arquitetura adaptativa onde o risco de ruína a torna inadmissível, como no colapso do Knight Capital examinado na Seção 5.3.

Uma ressalva formal é necessária quanto a L_r. Ao contrário de L_a, que representa uma perda marginal amplificada, L_r é um termo de ruína: a perda não é proporcional ao erro, mas potencialmente destrutiva do capital total em um único evento. Quando a função de perda é convexa e admite resultados catastróficos irreversíveis, a minimização do custo esperado subestima o perigo, porque o critério de valor esperado pressupõe a possibilidade de repetição que um evento de ruína elimina. Em ambientes dessa natureza, nenhuma probabilidade (1 − p), por menor

que seja, justifica a exposição à arquitetura adaptativa, conclusão que a Seção 5.3 desenvolverá a partir do caso concreto.

A formalização confirma, portanto, a tese central por uma via econômica independente da argumentação comportamental: o parâmetro que governa a escolha metodológica ótima é a probabilidade de complexidade, e o viés cognitivo opera precisamente como um estimador enviesado desse parâmetro. A escolha da metodologia é uma decisão derivada; o diagnóstico da incerteza é a decisão primária, e é nela que o erro economicamente custoso se origina.

4.5.1 Uma ilustração numérica: sensibilidade do limiar a p, q e à perda por ruína

Para tornar o argumento tangível e explorar o comportamento do modelo, esta subseção atribui valores ilustrativos aos parâmetros e examina como a decisão ótima responde a variações em p, em q e na estrutura das perdas. Os números não pretendem mensurar um projeto real; servem para evidenciar, em termos concretos, o mecanismo que as expressões (1) a (3) descrevem.

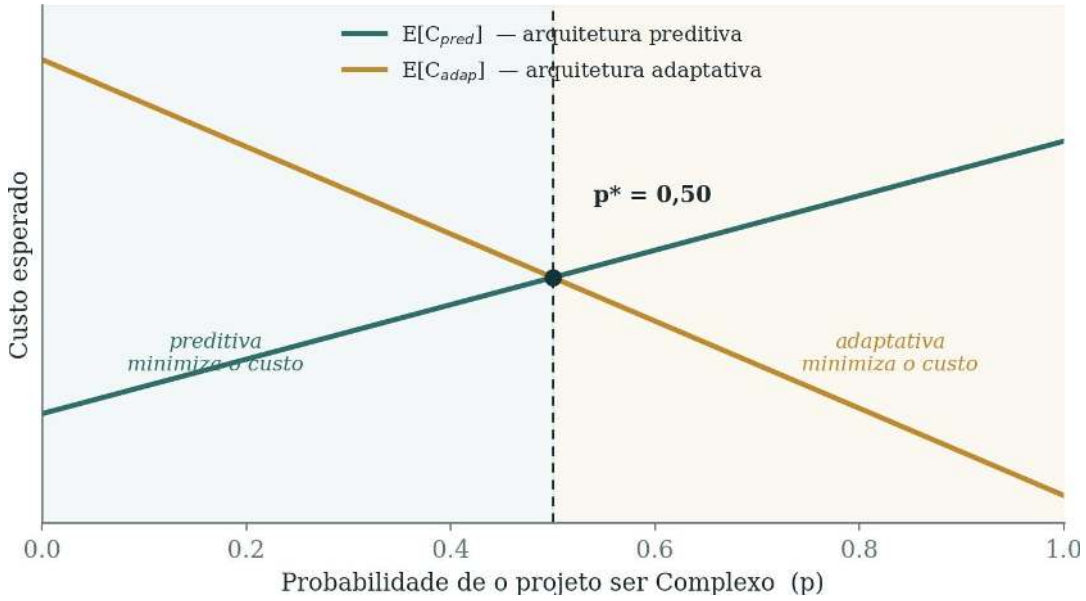
Adote-se, para a arquitetura adaptativa, a especificação linear $\Omega(p) = \omega \cdot p$ para o valor das opções reais, com $\omega > 0$. Substituindo essa forma na condição de indiferença (3) e isolando o limiar, obtém-se uma expressão fechada para p^*:

$$p^* = (\kappa + L_R) / (L_A + \omega + L_R) \qquad (4)$$

A expressão (4) é instrutiva por si só: o limiar cresce com a perda por ruína L_r e com o custo de overhead κ, e decresce com a perda por amplificação L_a e com o valor das opções ω. Em palavras, tudo o que encarece a flexibilidade empurra o limiar para cima, exigindo mais certeza de complexidade para adotá-la; e tudo o que encarece a rigidez o empurra para baixo.

Considere-se o conjunto de valores ilustrativos $C_0 = 100$, $L_a = 50$, $\kappa = 5$, $\omega = 20$ e $L_r = 60$, em unidades normalizadas de custo. Por (4), o limiar resultante é $p^* = (5 + 60) / (50 + 20 + 60) = 0{,}50$. A Figura 1 representa as duas funções de custo esperado e o ponto de indiferença: à esquerda de p^*, a arquitetura preditiva minimiza o custo; à direita, a adaptativa.

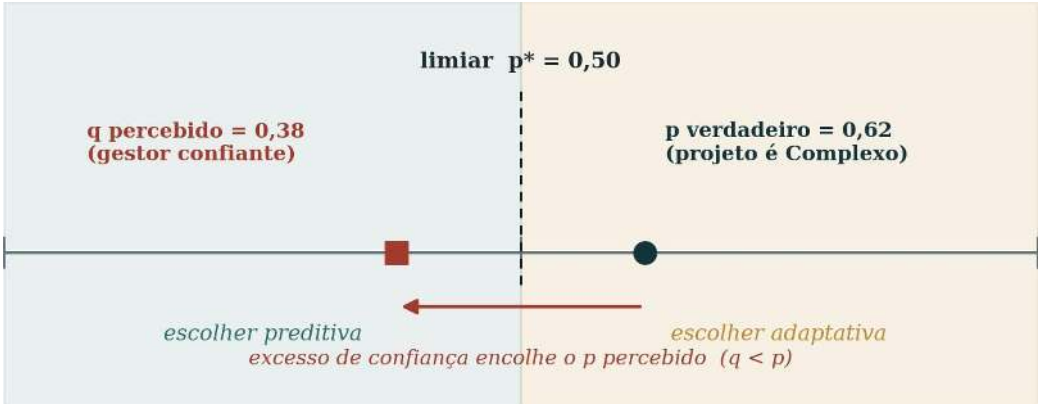
Figura 1 — Custo esperado das duas arquiteturas e o limiar de diagnóstico p*



Fonte: Elaborado pelo autor.

O papel do viés torna-se explícito quando se separa o valor verdadeiro de *p* da estimativa *q* sobre a qual o gestor decide. Suponha-se um projeto cujo tipo latente é Complexo com probabilidade verdadeira $p = 0{,}62$, valor que, por superar o limiar $p^* = 0{,}50$, recomendaria a arquitetura adaptativa. Um gestor sob Excesso de Confiança subestima essa probabilidade e opera, por exemplo, com $q = 0{,}38$. Como $q < p^*$, ele seleciona a arquitetura preditiva — exatamente o erro do FBI Sentinel. A Figura 2 representa esse deslocamento sobre a reta de decisão: o viés encolhe a probabilidade percebida e cruza o gestor para o lado errado do limiar.

Figura 2 — O viés de diagnóstico (q < p) e o deslocamento da decisão



Fonte: Elaborado pelo autor.

O custo econômico desse erro é mensurável dentro do próprio modelo. No valor

verdadeiro p = 0,62, o custo esperado da arquitetura adaptativa (a correta) e o da preditiva efetivamente escolhida são, respectivamente:

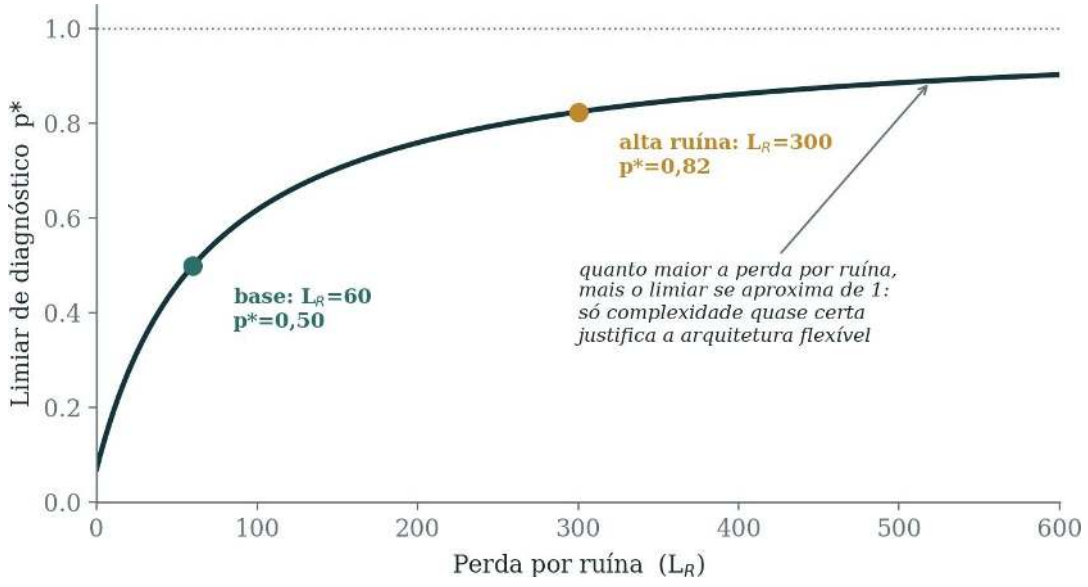
$$E[C_{adap}] = 100 + 5 + (1 - 0{,}62)\cdot 60 - 20\cdot 0{,}62 = 115{,}4$$

$$E[C_{pred}] = 100 + 50\cdot 0{,}62 = 131{,}0$$

A diferença, de 15,6 unidades de custo, é a perda evitável imputável não à execução, mas ao diagnóstico enviesado — a tradução numérica da proposição central deste trabalho.

Resta examinar a sensibilidade do limiar à estrutura das perdas, em especial à perda por ruína L_r, cuja natureza convexa foi ressalvada acima. Mantidos os demais parâmetros, a expressão (4) implica que p^* cresce monotonicamente com L_r e tende a 1 quando L_r cresce sem limite. A Figura 3 traça essa relação: no caso-base (L_r = 60) o limiar é 0,50; sob uma perda por ruína cinco vezes maior (L_r = 300) o limiar sobe para 0,82. O significado capta o caso Knight Capital: quanto mais catastrófica e irreversível a perda potencial, mais o limiar se aproxima de 1, de modo que apenas uma probabilidade de complexidade quase certa justificaria expor o projeto à arquitetura flexível. Em ambientes de ruína, o modelo recomenda a preditiva para quase todo o intervalo de p, e essa recomendação é robusta à imprecisão na estimativa de p, pois um limiar tão elevado torna improvável que o erro de subestimação inverta a decisão.

Figura 3 — Estática comparativa: o limiar p* em função da perda por ruína



Fonte: Elaborado pelo autor.

O Quadro 3 consolida a leitura das figuras, resumindo como o limiar responde às variações dos principais parâmetros do modelo.

Quadro 3 — Sensibilidade do limiar de diagnóstico aos parâmetros do modelo

Parâmetro alterado	Efeito sobre p*	Leitura econômica

Perda por ruína L_r ↑	p^* ↑ (tende a 1)	A ruína exige complexidade quase certa para admitir a flexível (Knight Capital).
Perda por amplificação L_a ↑	p^* ↓	Rigidez cara em ambiente complexo favorece a flexível mais cedo (Sentinel).
Valor das opções ω ↑	p^* ↓	Maior volatilidade do ambiente valoriza a flexibilidade.
Overhead iterativo κ ↑	p^* ↑	Iterar de forma custosa adia a vantagem da flexível.
Viés $q < p$ (com p^* fixo)	desloca a escolha, não o limiar	O viés não altera p^*; muda o lado em que o gestor se posiciona.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Em conjunto, a ilustração mostra que a escolha ótima é governada por um único parâmetro — a probabilidade de complexidade — e que o viés cognitivo opera como um erro de medição sobre esse parâmetro. A sensibilidade do limiar à perda por ruína esclarece, ainda, por que o erro do Knight Capital é qualitativamente distinto do erro do Sentinel: não se trata de uma perda maior em grau, mas de uma região do modelo em que a minimização do custo esperado deixa de ser o critério adequado.

4.6 Conclusão parcial: adequação metodológica e domínios de complexidade

A análise comparativa desenvolvida nesta seção permite formular com precisão a proposição central que a Seção 5 irá ilustrar e examinar: o desalinhamento entre o domínio de complexidade de um projeto e a arquitetura metodológica adotada não é um erro neutro. Ele cria um ambiente sistêmico que amplifica os vieses cognitivos descritos na Seção 2, transformando o que seria uma vulnerabilidade individual do gestor em uma falha institucional do projeto.

Quando um projeto genuinamente Complexo é gerido pelo modelo preditivo, três coisas acontecem de forma encadeada. O planejamento exaustivo exigido no início maximiza a exposição à Falácia do Planejamento, produzindo estimativas estruturalmente otimistas geradas com a mínima informação disponível. O plano formal aprovado cria o compromisso institucional que o Viés de Custo Afundado tornará progressivamente mais difícil de revisar. E os ciclos longos de feedback

atrasam o reconhecimento dos desvios, permitindo que os problemas se acumulem até o ponto em que a correção de curso se torna proibitivamente cara.

O modelo adaptativo, quando adequadamente aplicado a um projeto Complexo, não elimina esses vieses, mas cria mecanismos estruturais que reduzem seu espaço de atuação. Os ciclos curtos substituem as estimativas iniciais por evidências progressivas, contendo a Falácia do Planejamento. A revisão formal a cada *Sprint* cria oportunidades institucionalizadas de correção, reduzindo o impacto do Custo Afundado. E a ausência de um plano formal rígido remove o compromisso público que transforma o Excesso de Confiança inicial em resistência estrutural à mudança.

É essa dinâmica que os três casos históricos analisados na seção seguinte irão ilustrar e examinar em detalhe, demonstrando como o alinhamento ou desalinhamento metodológico produziu consequências econômicas concretas e mensuráveis em contextos reais.

5 ANÁLISE DE CASOS: ADEQUAÇÃO METODOLÓGICA E SEUS EFEITOS ECONÔMICOS

As três seções anteriores construíram um argumento teórico articulado em torno de uma proposição central: o desalinhamento entre o domínio de complexidade de um projeto e a arquitetura metodológica adotada para gerenciá-lo não é um erro neutro, mas um mecanismo sistêmico de amplificação de vieses cognitivos com consequências econômicas mensuráveis. Esta seção submete essa proposição a um estudo de casos ilustrativo, examinando três casos históricos documentados que, em conjunto, cobrem o espectro completo de possibilidades de alinhamento e desalinhamento metodológico.

A seleção dos casos obedece a uma lógica analítica deliberada. O primeiro caso, a expansão do Canal do Panamá, representa a adequação metodológica em ambiente previsível: um projeto de altíssima dificuldade técnica, corretamente diagnosticado como pertencente ao domínio Complicado do Cynefin, gerido com rigor preditivo e concluído com sucesso. O segundo caso, o Projeto Sentinel do FBI, representa a correção de rota após falha metodológica: um sistema de software complexo tratado equivocadamente como Complicado, que só foi entregue após a transição para uma abordagem adaptativa. O terceiro caso, o colapso do Knight Capital Group, representa a inadequação adaptativa em ambiente rígido: a aplicação de mentalidade iterativa em um sistema financeiro de alta frequência que exigia o rigor preditivo mais estrito, com consequências devastadoras e imediatas.

Cada caso é analisado a partir da mesma grade analítica desenvolvida na Seção 4, o que permite uma comparação estruturada e metodologicamente rigorosa. Para cada caso, examinam-se o contexto e o domínio de complexidade, o diagnóstico da incerteza adotado pelos gestores, a metodologia escolhida e suas premissas implícitas, a manifestação dos vieses cognitivos identificados na Seção 2, e o resultado econômico com suas implicações para a tese central.

5.1 Caso 1 — A Expansão do Canal do Panamá: Adequação Preditiva em Ambiente Complicado

A expansão do Canal do Panamá, concluída em junho de 2016 após nove anos de execução, constitui um dos maiores empreendimentos de engenharia civil do

século XXI. O projeto consistiu na construção de um terceiro conjunto de eclusas em ambas as extremidades do canal, permitindo a passagem de navios *Post-Panamax* com capacidade de até 14.000 contêineres, mais que o dobro da capacidade máxima anterior. O investimento total foi de aproximadamente 5,4 bilhões de dólares, gerido pelo consórcio Grupo Unidos por el Canal (GUPC, 2009).

Do ponto de vista do *Framework* Cynefin, a expansão do Canal do Panamá habitava inequivocamente o domínio Complicado. As leis físicas que governam a hidráulica das eclusas, o comportamento estrutural do concreto em contato com água salina e a engenharia de escavação em solos rochosos são bem conhecidas pela ciência e pela engenharia. Os desafios eram de escala e precisão, não de emergência ou imprevisibilidade fundamental. A relação de causa e efeito entre as decisões de projeto e os resultados estruturais podia ser estabelecida com antecedência por especialistas. Havia múltiplas soluções de engenharia possíveis, como de fato ocorreu nos debates sobre o sistema de comportas e o design das bacias de reutilização de água, mas todas eram discerníveis por análise especializada.

A Autoridade do Canal do Panamá demonstrou, no processo de planejamento e licitação que antecedeu a expansão, uma consciência precisa da natureza do problema que enfrentava. O estudo de viabilidade conduzido entre 2004 e 2006 decompôs o projeto em componentes técnicos discretos, cada um com requisitos de especialidade específicos, cronogramas de execução sequencialmente dependentes e critérios de aceitação mensuráveis. O processo licitatório exigiu dos consórcios concorrentes não apenas capacidade financeira, mas demonstração de expertise técnica em cada disciplina relevante, desde a engenharia hidráulica até a logística de movimentação de terra em escala (Panama Canal Authority, 2009).

Esse comportamento é consistente com a resposta gerencial adequada ao domínio Complicado descrita por Snowden e Boone (2007): perceber a situação, analisá-la com suporte de especialistas e então agir com base nas boas práticas identificadas. O diagnóstico implícito adotado pelos gestores foi o de que o projeto, embora tecnicamente exigente, era fundamentalmente solucionável por expertise disponível. Não havia incerteza fundamental sobre se era possível construir eclusas maiores, apenas sobre qual seria a melhor forma de fazê-lo dentro dos condicionantes de custo e prazo.

A gestão da expansão seguiu rigorosamente o paradigma preditivo. O contrato celebrado com o consórcio GUPC foi do tipo EPC, *Engineering, Procurement and Construction*, uma modalidade contratual que pressupõe escopo definível, custos estimáveis e responsabilidades claramente alocáveis. O plano de projeto estabeleceu fases sequenciais com marcos de aprovação formais, sistema de controle de qualidade por inspeção e sistema de gestão de riscos baseado na identificação antecipada de eventos adversos potenciais.

A estrutura contratual adotada merece leitura à luz da teoria dos contratos. Ao optar por um contrato EPC de preço fechado, a Autoridade do Canal do Panamá fez mais do que escolher uma modalidade administrativa: ela desenhou um mecanismo de alocação de risco economicamente coerente com o domínio Complicado. Em ambientes onde as relações de causa e efeito são conhecíveis por análise especializada, o risco de desvio de custo é, em larga medida, mensurável e atribuível à competência do executor. Transferi-lo ao consórcio por meio de um contrato de preço fechado alinha incentivos no sentido descrito por Holmström (1979): o agente que detém o controle sobre a variável de esforço, a eficiência da execução, passa a internalizar o custo de seus próprios desvios, o que maximiza o incentivo à precisão. Em um ambiente Complexo, onde os desvios decorrem de incerteza fundamental e não de esforço do agente, essa mesma estrutura seria disfuncional, pois penalizaria o contratado por aquilo que ele não pode controlar. A adequação do contrato EPC ao Canal do Panamá é, portanto, indissociável do diagnóstico correto do domínio: a arquitetura contratual e a arquitetura metodológica derivam da mesma leitura acertada da natureza do problema.

A análise dos vieses cognitivos no caso do Canal do Panamá revela um padrão inverso ao que se observa nos casos de desalinhamento metodológico. A Falácia do Planejamento foi mitigada por dois mecanismos complementares. O primeiro foi a adoção de referências históricas externas no processo de estimativa: os gestores utilizaram dados de megaprojetos de infraestrutura similares para calibrar as estimativas contra a visão externa que Kahneman (2012) identifica como antídoto para esse viés. O segundo foi a estrutura contratual EPC, que transferiu ao consórcio executor a responsabilidade pelo risco de desvio de custo, criando um incentivo econômico direto para a precisão das estimativas. O Viés de Custo Afundado foi estruturalmente contido pelo sistema de marcos de aprovação com critérios técnicos

objetivos, que reduziu o espaço para que o apego ao investimento já realizado distorcesse as decisões de continuidade.

A expansão do Canal do Panamá foi concluída em junho de 2016 e inaugurada oficialmente com a passagem do navio Cosco Shipping Panama. O custo final de aproximadamente 5,4 bilhões de dólares representou um desvio de cerca de 3% em relação ao orçamento original de 5,25 bilhões, dentro da margem de projetos de infraestrutura bem geridos no domínio Complicado. O canal ampliado aumentou a capacidade de tráfego em mais de 20%, com impacto direto nas rotas de comércio global e nas economias de escala do transporte marítimo internacional (Panama Canal Authority, 2016). A lição que este caso oferece para a tese central é precisa: o modelo preditivo não é intrinsecamente defeituoso. Quando o diagnóstico da complexidade é correto e o ambiente é genuinamente Complicado, a arquitetura preditiva entrega exatamente o que promete. O Canal do Panamá prova que o problema não é o PMBOK; o problema é aplicar o PMBOK onde ele não deveria estar.

Cabe uma qualificação importante. O desvio de aproximadamente 3% refere-se ao orçamento-programa da Autoridade do Canal frente ao custo final por ela reportado, e não captura a extensão das disputas de sobrecusto entre a Autoridade e o consórcio executor. O projeto foi marcado por paralisação das obras em 2014 em torno de um litígio de cerca de 1,6 bilhão de dólares, e os pleitos totais apresentados pelo GUPC escalaram a valores superiores a 5 bilhões de dólares, em arbitragem internacional perante a Câmara de Comércio Internacional que se estende até a presente década (Sanjur, 2019). Longe de enfraquecer o argumento, esse fato o reforça: é precisamente porque o contrato EPC transferiu o risco de sobrecusto ao executor que o conflito distributivo se deu entre a Autoridade e o consórcio, e não foi absorvido pelo erário público como sobrecusto direto do projeto. A disputa é a evidência, e não a refutação, de que a arquitetura preditiva operou como mecanismo de alocação de risco conforme projetada.

Em termos econômicos, o resultado do Canal do Panamá deve ser lido não apenas pelo desvio de custo contido, mas pelo custo de oportunidade evitado. Um desvio de prazo em um ativo dessa magnitude tem custo de oportunidade direto: cada ano de atraso na ampliação representa receita de pedágio não auferida e economias de escala não capturadas pelo comércio marítimo global. Ao concluir o projeto com

aderência razoável ao cronograma e ao orçamento, a arquitetura preditiva preservou o valor presente do fluxo de receitas futuras, fluxo que passou a superar os 3 bilhões de dólares anuais em pedágios após a entrada em operação. O alinhamento metodológico não produziu apenas eficiência defensiva: ele protegeu a geração de valor que justificava o investimento.

5.2 Caso 2 — O Projeto Sentinel do FBI: Falha Preditiva e Salvação Adaptativa em Ambiente Complexo

O Projeto Sentinel foi a segunda tentativa do Federal Bureau of Investigation de modernizar seu sistema de gestão de casos e informações criminais. A primeira tentativa, o Projeto Trilogy, havia sido encerrada em 2005 após gastar 170 milhões de dólares e entregar resultados muito abaixo do esperado. O Sentinel foi concebido em 2006 como a solução definitiva: um sistema integrado de gestão de investigações que substituiria os processos baseados em papel e os sistemas legados fragmentados do FBI, permitindo o compartilhamento de informações entre agências e a análise integrada de dados de inteligência criminal (GAO, 2010).

Do ponto de vista do *Framework* Cynefin, o Projeto Sentinel habitava o domínio Complexo. Ao contrário do que a classificação superficial de projeto de TI poderia sugerir, o sistema não tinha requisitos técnicos fixos e estáveis: as necessidades dos usuários, agentes do FBI distribuídos por todo o território americano com fluxos de trabalho radicalmente diferentes, só podiam ser descobertas por interação progressiva com o sistema em desenvolvimento. As relações entre as funcionalidades do software e a eficácia operacional dos agentes eram emergentes, não predizíveis. Cada decisão de design revelava novas necessidades e novas incompatibilidades com os processos existentes.

O diagnóstico implícito adotado pelo FBI e pela empresa contratada, Science Applications International Corporation, conhecida como SAIC, foi o de que o Sentinel era um projeto Complicado. As licitações e o contrato celebrado em 2006 pressupunham que os requisitos do sistema podiam ser definidos com precisão antecipada, que o desenvolvimento podia ser organizado em fases sequenciais com entregáveis claramente especificados, e que o sucesso podia ser medido pelo atendimento a especificações técnicas documentadas antes do início do trabalho.

Esse diagnóstico era manifestamente incorreto, e sua incorreção era previsível a partir da história do próprio FBI. O Projeto Trilogy havia fracassado exatamente pelos mesmos motivos. O FBI cometeu em 2006 o erro de diagnóstico que a Seção 3 deste trabalho descreve: tratou como Complicado aquilo que era genuinamente Complexo, movido pelo Excesso de Confiança de que desta vez o planejamento seria suficientemente detalhado.

O contrato com a SAIC adotou uma abordagem *Waterfall* em quatro fases sequenciais, com orçamento total de 425 milhões de dólares e prazo de entrega até 2009. As premissas implícitas eram as do paradigma preditivo: os requisitos eram conhecíveis antecipadamente, o design podia preceder a implementação, e cada fase podia ser aprovada formalmente antes que a seguinte se iniciasse. Essas premissas eram estruturalmente incompatíveis com a natureza do problema.

A história do Sentinel entre 2006 e 2010 é uma documentação precisa da cadeia causal de vieses descrita na Seção 2. O Excesso de Confiança no diagnóstico inicial criou as condições para que a Falácia do Planejamento e o Viés de Custo Afundado se manifestassem com intensidade crescente. A Falácia do Planejamento operou desde o início: o orçamento de 425 milhões de dólares e o prazo de três anos foram estabelecidos com base em uma visão interna que ignorava sistematicamente a taxa base de fracasso de projetos de TI de grande porte em órgãos governamentais americanos. O Viés de Custo Afundado manifestou-se com crescente intensidade à medida que os problemas se tornavam visíveis. Em 2010, após quatro anos de desenvolvimento e o gasto de aproximadamente 405 milhões dos 425 milhões orçados, o sistema havia entregado cerca de 10% das funcionalidades prometidas, segundo avaliação do próprio Inspector General do FBI (OIG, 2010). A resposta organizacional não foi o cancelamento ou a revisão radical da abordagem: foi a pressão pelo cumprimento do plano original.

A consequência econômica do desalinhamento no Sentinel não se esgota nos 405 milhões de dólares consumidos. Ela inclui dois custos econômicos que a contabilidade direta do projeto não registra. O primeiro é o custo de oportunidade do capital: os recursos imobilizados por quatro anos em um sistema que entregou cerca de 10% das funcionalidades poderiam ter gerado retorno em usos alternativos, e seu valor presente foi corroído pelo tempo de imobilização improdutiva. O segundo, e mais

grave em um órgão de segurança, é o *cost of delay*: durante todo o período de fracasso preditivo, o FBI continuou operando com sistemas fragmentados e processos baseados em papel, com perda de eficácia investigativa e de capacidade de integração de inteligência cujo custo social não é monetizável em dólares, mas é real e crescente a cada mês de atraso. O *cost of delay* é, em projetos dessa natureza, frequentemente superior ao próprio custo de desenvolvimento, e é sistematicamente ignorado pela métrica de aderência ao plano que a arquitetura preditiva privilegia.

Em 2010, após acumular as evidências documentadas pelo Office of Inspector General, o FBI tomou a decisão de encerrar o contrato com a SAIC e assumir internamente o desenvolvimento do Sentinel com metodologia *Scrum*, equipes menores e *Sprints* de duas semanas com entregas funcionais verificáveis pelos agentes ao final de cada ciclo. O resultado documentado pelo OIG em seu relatório de acompanhamento de 2012 é revelador: em aproximadamente 20 meses e com um custo adicional de cerca de 20 milhões de dólares, o FBI entregou as funcionalidades restantes que a SAIC não havia conseguido entregar em quatro anos com 405 milhões de dólares (OIG, 2012). A proporção é matematicamente eloquente: 90% da funcionalidade restante foi entregue em 20 meses e 20 milhões sob abordagem ágil, contra 10% entregue em quatro anos e 405 milhões sob *Waterfall*. A transição para o *Scrum* não foi uma correção de implementação: foi uma correção de diagnóstico.

Essa proporção, embora reveladora, exige uma qualificação para não incorrer em comparação indevida. Os 20 milhões de dólares da fase ágil não foram gastos sobre uma folha em branco: a equipe *Scrum* herdou a infraestrutura, o conhecimento de requisitos e os componentes já desenvolvidos durante a fase *Waterfall*, de modo que parte do investimento anterior foi insumo produtivo da fase final. O argumento econômico correto não é, portanto, que o sistema custaria 20 milhões se feito de forma ágil desde o início, mas algo mais preciso e igualmente contundente: a produtividade marginal do investimento entrou em colapso sob a arquitetura desalinhada. Os últimos incrementos de funcionalidade, que sob o modelo preditivo consumiam recursos crescentes com retorno decrescente, passaram a ser entregues a uma fração do custo unitário assim que a arquitetura foi realinhada ao domínio. É a inflexão na produtividade marginal, e não a razão bruta entre os montantes, que constitui a evidência econômica do erro de diagnóstico.

O caso ilustra com precisão o argumento das opções reais desenvolvido na Seção 4.5. O contrato preditivo com a SAIC, ao fixar escopo e fases sequenciais, extinguiu antecipadamente a opção de abandono e redirecionamento: cada fase aprovada era um compromisso que elevava o custo de mudança de rota. A transição para o *Scrum* em 2010 foi, em essência, a reconstituição dessa opção, a recuperação da flexibilidade de inspecionar e adaptar a cada ciclo que a arquitetura adaptativa institucionaliza. O FBI não comprou um software diferente; comprou de volta o direito de decidir incrementalmente sob informação revelada, direito que o desenho preditivo havia alienado.

5.3 Caso 3 — O Colapso do Knight Capital Group: Inadequação Adaptativa em Ambiente Rígido

Em 1º de agosto de 2012, o Knight Capital Group, uma das maiores empresas de formação de mercado de ações dos Estados Unidos, sofreu o colapso operacional mais rápido e documentado da história dos mercados financeiros modernos. Em um período de 45 minutos, entre as 9h30 e as 10h15 da manhã, o sistema de negociação automatizado da empresa enviou milhões de ordens errôneas ao mercado, acumulando uma posição acionária indesejada de aproximadamente 7 bilhões de dólares e uma perda líquida de 440 milhões de dólares, valor confirmado pelo relatório da Securities and Exchange Commission publicado em 2013 (SEC, 2013). A perda consumiu em menos de uma hora o capital disponível da empresa, que foi forçada a aceitar uma injeção de emergência de investidores externos e subsequentemente vendida ao concorrente Getco por uma fração de seu valor anterior.

O ambiente em que o Knight Capital operava é, do ponto de vista do *Framework* Cynefin, um dos exemplos mais puros do domínio Complicado existentes na economia moderna. Os mercados financeiros de alta frequência funcionam sob regras explícitas e estáveis: as ordens de compra e venda seguem protocolos padronizados pela SEC, as bolsas operam com regras de correspondência conhecidas, e os algoritmos de negociação executam lógica determinística sobre dados de mercado em tempo real. As relações de causa e efeito são conhecíveis e, em condições normais, calculáveis com precisão milissegundos antes de qualquer execução. A complexidade do ambiente não é a complexidade emergente do domínio Complexo: é a complexidade

técnica do domínio Complicado, onde especialistas podem e devem prever as consequências de cada linha de código antes de sua execução em produção.

O erro fatal do Knight Capital residiu em um diagnóstico incorreto da natureza do ambiente para o qual um novo componente de software estava sendo desenvolvido e implantado. A empresa adotou, no processo de atualização de seu sistema de roteamento de ordens, a mentalidade iterativa e de implantação contínua que caracteriza o paradigma adaptativo: o código foi desenvolvido, testado em escopo limitado e implantado em produção com a expectativa de que eventuais problemas seriam identificados e corrigidos rapidamente. Esse diagnóstico tratou o ambiente de negociação de alta frequência como se ele pertencesse ao domínio Complexo, onde a estratégia de sondar, perceber e responder é adequada. Na realidade, o ambiente pertencia ao domínio Complicado, onde o custo de um erro não é aprendizado: é destruição imediata de valor em escala que não admite correção em tempo real.

O processo de atualização do sistema SMARS, Smart Market Access Routing System, adotou práticas associadas ao paradigma adaptativo: implantação incremental, ciclos curtos de teste e a premissa implícita de que o sistema de produção poderia absorver e corrigir problemas identificados após o *deployment*. A atualização foi implantada em sete dos oito servidores de produção da empresa. O oitavo servidor, por erro de um técnico durante o processo de implantação, permaneceu com uma versão anterior do código que continha um componente desativado chamado Power Peg, originalmente utilizado para um programa de negociação encerrado anos antes (SEC, 2013). A premissa de que o ambiente de produção tinha tolerância suficiente para absorver inconsistências enquanto o problema era identificado seria válida em um ambiente de desenvolvimento de produto digital voltado ao consumidor. Era completamente inválida em um sistema de negociação de alta frequência onde cada milissegundo de operação incorreta gera transações financeiras reais e irrevogáveis.

É necessário precisar a natureza do erro para que a análise não force a moldura teórica sobre os fatos. A causa proximal do colapso, conforme documentada pela SEC, foi uma falha de controle de mudanças: a não propagação do código a um dos oito servidores e a reativação inadvertida de um componente obsoleto. Em sentido estrito, isso é uma falha operacional de implantação, e não a adoção deliberada de uma filosofia metodológica ágil. O que conecta o caso à tese deste trabalho não é,

portanto, a alegação de que a Knight Capital escolheu o *Scrum*, mas algo mais defensável e mais profundo: a empresa operava sem os mecanismos de controle que o domínio Complicado de alta criticidade torna obrigatórios, como testes de regressão exaustivos, verificação automatizada de implantação e um *kill switch* capaz de interromper a negociação ao detectar anomalias. A ausência desses controles é, ela própria, o sintoma do erro de diagnóstico. Uma organização que compreendesse seu ambiente como Complicado e de erro irreversível teria tratado a implantação com o rigor preditivo que a criticidade exige; a tolerância implícita a corrigir problemas após o *deployment* revela a premissa, característica do domínio Complexo, de que o ambiente absorveria o erro enquanto a causa fosse identificada. O erro de diagnóstico não está num rótulo metodológico, mas na calibração dos controles à criticidade real do ambiente.

A análise dos vieses cognitivos no caso do Knight Capital revela uma dinâmica distinta, mas igualmente derivável da estrutura teórica estabelecida na Seção 2. O viés central foi o Excesso de Confiança operando como viés de diagnóstico do ambiente, levando à adoção de uma arquitetura de implantação cujas premissas eram estruturalmente incompatíveis com as características do sistema. A empresa não possuía um *kill switch* automatizado que interrompesse as negociações ao detectar anomalias além de limiares pré-definidos, reflexo da crença implícita de que os erros seriam identificáveis e tratáveis em tempo hábil. Quando o problema foi detectado, os operadores levaram 45 minutos para identificar a causa e interromper as negociações, tempo durante o qual o algoritmo defeituoso executou aproximadamente 4 milhões de transações em 154 ações diferentes (SEC, 2013). A ausência de testes de regressão exaustivos antes da implantação, padrão obrigatório em qualquer metodologia preditiva rigorosa aplicada a sistemas críticos, representa a manifestação mais direta do viés de diagnóstico: importar a lógica do domínio Complexo para o domínio Complicado.

Os 440 milhões de dólares perdidos em 45 minutos representavam aproximadamente 40% do capital total do Knight Capital e superavam os lucros acumulados da empresa nos quatro anos anteriores. A empresa foi vendida ao Getco em dezembro de 2012 por uma fração ínfima de seu valor pré-colapso, e mais de 1.400 funcionários perderam seus empregos como consequência direta do incidente (SEC, 2013). A lição para a tese central é o complemento necessário dos dois casos

anteriores: o modelo adaptativo não é intrinsecamente superior ao modelo preditivo. Ele é estruturalmente adequado para o domínio Complexo e estruturalmente inadequado para o domínio Complicado quando o custo do erro é irreversível. A mentalidade de errar rápido e aprender é uma estratégia racional em ambientes onde o erro tem custo tolerável. Em ambientes onde uma única falha não detectada em produção pode destruir décadas de valor acumulado em menos de uma hora, essa mentalidade é um erro de diagnóstico com consequências fatais.

A diferença econômica entre o Knight Capital e o Sentinel é uma diferença na estrutura da função de perda, e é aqui que o instrumental da Seção 4.5 se aplica. No Sentinel, a perda foi de amplificação: grande, mas marginal e, em princípio, recuperável, pois o capital perdido reduziu o retorno do projeto sem destruir a organização. No Knight Capital, a perda foi de ruína: o termo $\mathbf{L}_r$ do modelo, convexo e potencialmente destrutivo do capital total em um único evento. Quando a função de perda admite resultados catastróficos e irreversíveis, o critério de minimização do custo esperado deixa de ser adequado, porque pressupõe a possibilidade de repetição que um evento de ruína elimina: uma empresa que perde 40% de seu capital em 45 minutos não terá uma segunda rodada para que a média se realize. Em ambientes de risco de ruína, a estratégia racional não é otimizar o valor esperado, mas minimizar a probabilidade de eventos terminais, exatamente o que os controles preditivos rigorosos fazem e o que a mentalidade de tolerância ao erro, importada de ambientes onde o erro é recuperável, sistematicamente negligencia. A racionalidade de errar rápido e aprender pressupõe que se sobreviva ao erro para aprender.

Cabe explicitar, por fim, por que este caso é analiticamente indispensável e não um terceiro exemplo redundante. Os dois casos anteriores examinam variações de um mesmo eixo: a aplicação do rigor preditivo a ambientes de complexidade crescente, corretamente no Panamá e incorretamente no Sentinel. Isoladamente, eles poderiam sugerir uma conclusão unilateral e equivocada: a de que a flexibilidade adaptativa é sempre a aposta mais segura diante da incerteza. O Knight Capital é o único dos três que demonstra o erro simétrico, a aplicação de uma mentalidade adaptativa e tolerante ao erro a um ambiente que exigia o controle preditivo mais estrito, e é também o único que introduz a dimensão da irreversibilidade, a função de perda convexa em que um único evento destrói o capital acumulado. Sem ele, a tese provaria apenas que o desalinhamento em uma direção é custoso, e a recomendação

degeneraria em preferir o ágil. Com ele, a tese demonstra o que de fato sustenta: que o erro é o desalinhamento em si, em qualquer direção, e que a decisão correta não é metodológica, mas diagnóstica. É essa simetria, somada à introdução do risco de ruína como categoria econômica distinta da perda marginal, que justifica plenamente a inclusão do caso.

5.4 Síntese Comparativa: A Grade Analítica em Ação

A análise dos três casos permite examinar, à luz da grade analítica desenvolvida na Seção 4, a proposição central deste trabalho com uma precisão que a análise teórica isolada não poderia oferecer.

Os três casos compartilham uma característica estrutural: em todos eles, o resultado econômico foi determinado não pela competência técnica das equipes nem pela qualidade dos recursos disponíveis, mas pela adequação ou inadequação entre o diagnóstico da complexidade e a arquitetura metodológica adotada. No Canal do Panamá, o diagnóstico correto de um ambiente Complicado produziu a escolha metodológica adequada e conteve os vieses dentro de margens aceitáveis. No Projeto Sentinel do FBI, o diagnóstico incorreto de um ambiente Complexo como Complicado produziu a escolha metodológica errada e criou o ambiente para que a Falácia do Planejamento e o Custo Afundado se manifestassem em escala catastrófica, com 405 milhões de dólares gastos para entregar 10% da funcionalidade prometida. No Knight Capital, o diagnóstico incorreto de um ambiente Complicado como tolerante à experimentação adaptativa produziu a ausência dos mecanismos de controle preditivo que o domínio exigia, com a destruição de 440 milhões de dólares em 45 minutos.

A comparação quantitativa é reveladora. O Canal do Panamá, com metodologia alinhada ao domínio, apresentou desvio de custo de aproximadamente 3% em um projeto de 5,4 bilhões de dólares. O FBI Sentinel, com metodologia desalinhada, apresentou desvio funcional de 90%, entregando apenas 10% do prometido com 95% do orçamento consumido, antes da correção de rota. O Knight Capital, com mentalidade desalinhada ao domínio, apresentou perda integral do capital operacional em um único dia de operação.

A assimetria entre esses resultados não é acidental. Ela reflete a dinâmica teórica descrita nas seções anteriores: o desalinhamento metodológico não produz

ineficiência marginal, ele cria as condições sistêmicas para a amplificação exponencial dos vieses cognitivos. E quando esses vieses operam sem a contenção que a metodologia adequada ofereceria, as consequências econômicas são proporcionais não à magnitude do erro original, mas à escala do investimento e à velocidade do ambiente em que ele ocorre.

A Figura 4 consolida visualmente os três casos, evidenciando que o alinhamento entre o diagnóstico do domínio e a arquitetura adotada — e não a competência das equipes — determinou o desfecho econômico de cada projeto.

Figura 4 — Síntese comparativa dos três casos



Fonte: Elaborado pelo autor.

Fonte: Elaborado pelo autor.

6 CONCLUSÃO

Este trabalho partiu de um paradoxo que a literatura de gestão de projetos raramente enfrenta com a honestidade que merece. Ao longo das últimas décadas, o campo produziu metodologias cada vez mais sofisticadas, certificações cada vez mais abrangentes e ferramentas cada vez mais precisas. E, no entanto, as taxas de fracasso em projetos permanecem cronicamente elevadas, documentadas por relatórios setoriais e por pesquisas acadêmicas em múltiplos países e setores. A resposta convencional a esse paradoxo localiza o problema na execução: faltou planejamento, faltou controle, faltou disciplina metodológica. Este trabalho propôs uma resposta diferente, e argumentou que ela é mais precisa.

A hipótese central defendida ao longo das seções anteriores é que a raiz primária do fracasso em projetos não reside na execução, mas em um momento anterior e mais silencioso: o momento em que o gestor decide como gerenciar, antes mesmo de começar a gerenciar. Esse momento de decisão, que deveria ser o mais rigoroso de todo o ciclo de vida do projeto, é sistematicamente comprometido por um viés cognitivo estratégico — o Excesso de Confiança — que leva o gestor a subestimar a complexidade do ambiente e a selecionar uma arquitetura metodológica estruturalmente inadequada para o problema que enfrenta. Essa escolha equivocada não é um erro neutro: ela cria as condições sistêmicas para que vieses táticos subsequentes, a Falácia do Planejamento e o Viés de Custo Afundado, se manifestem com intensidade máxima ao longo da execução, transformando uma vulnerabilidade cognitiva individual em uma falha institucional do projeto.

A construção desse argumento exigiu a integração de três corpos teóricos que a literatura tende a manter em paralelo. A Economia Comportamental, a partir dos trabalhos de Kahneman, Thaler e Ariely, estabeleceu que os gestores não são agentes racionais: eles decidem com base em heurísticas que produzem desvios sistemáticos e previsíveis, e o ambiente organizacional amplifica esses desvios ao recompensar a projeção de certeza e penalizar a admissão de incerteza. A Teoria da Complexidade, por meio do *Framework* Cynefin de Snowden e Boone e da Matriz de Stacey, estabeleceu que nem todos os problemas são do mesmo tipo: projetos Complicados, com relações causais conhecíveis por análise especializada, exigem abordagens radicalmente diferentes dos projetos Complexos, onde as relações causais só emergem da interação progressiva com o ambiente. A literatura normativa de gestão

de projetos demonstrou que cada paradigma metodológico carrega premissas implícitas sobre o ambiente que o tornam estruturalmente adequado para alguns domínios e estruturalmente inadequado para outros.

A lacuna que este trabalho identificou e buscou preencher está na articulação entre esses três pilares: a literatura existente já conectava vieses cognitivos ao fracasso de projetos, mas raramente tratava o próprio ato de escolha metodológica como uma decisão sujeita a viés. O argumento central deste trabalho é que o diagnóstico da complexidade é em si uma decisão cognitiva vulnerável ao Excesso de Confiança, e que o desalinhamento metodológico resultante desse viés é o mecanismo causal primário que explica a persistência do fracasso mesmo quando as metodologias disponíveis são tecnicamente adequadas.

A prova empírica desse argumento foi construída a partir de três casos históricos documentados. A expansão do Canal do Panamá demonstrou que o modelo preditivo, quando aplicado a um ambiente genuinamente Complicado com diagnóstico correto, entrega exatamente o que promete: o desvio de custo de aproximadamente 3% e a conclusão bem-sucedida de um projeto de 5,4 bilhões de dólares provam que o problema não é o PMBOK, mas a aplicação do PMBOK onde ele não deveria estar. O Projeto Sentinel do FBI demonstrou o inverso: os 405 milhões de dólares gastos para entregar 10% das funcionalidades prometidas, seguidos da entrega das 90% restantes em 20 meses e 20 milhões de dólares sob abordagem ágil, constituem uma demonstração quantitativa da consequência econômica do erro de diagnóstico. O colapso do Knight Capital Group completou o quadro analítico ao demonstrar que o erro de diagnóstico é simétrico: a destruição de 440 milhões de dólares em 45 minutos provou que aplicar a mentalidade adaptativa de experimentação contínua em um ambiente Complicado de alta frequência é igualmente catastrófico.

A contribuição final deste trabalho é uma recomendação operacional derivada diretamente da síntese teórica e da evidência empírica apresentadas. O diagnóstico da complexidade, a identificação do domínio Cynefin em que um projeto opera antes de qualquer decisão metodológica, não pode continuar sendo um processo intuitivo, implícito e vulnerável ao Excesso de Confiança do gestor. Ele precisa tornar-se um ritual formal, explícito e obrigatório no ciclo de iniciação de qualquer projeto, com ferramentas estruturadas como o *Framework* Cynefin, a Matriz de Stacey e a previsão por classe de referência (*reference-class forecasting*) de Flyvbjerg (2003) funcionando

como instrumentos de diagnóstico institucionalizado, não como referências acadêmicas conhecidas mas raramente aplicadas.

A pergunta sobre qual metodologia adotar, preditiva ou adaptativa, tradicional ou ágil, só tem resposta adequada depois de respondida a pergunta sobre qual é a natureza do problema. Enquanto as organizações continuarem selecionando metodologias por tradição, por familiaridade ou por pressão contratual, antes de diagnosticar o domínio de complexidade em que operam, continuarão reproduzindo os mesmos padrões de fracasso que a literatura documenta há décadas. A contribuição deste trabalho é demonstrar, com rigor teórico e evidência empírica, que esse não é um problema de metodologia: é um problema de cognição. E problemas cognitivos, como a Economia Comportamental nos ensina, só são mitigados quando os mecanismos institucionais são deliberadamente projetados para contrapor os vieses que o ambiente naturalmente amplifica.

6.1 Limitações e agenda de pesquisa

As conclusões deste trabalho devem ser lidas à luz de suas limitações metodológicas. A estratégia de pesquisa baseou-se em três casos históricos selecionados por representarem arquétipos de alinhamento e desalinhamento metodológico. Essa seleção, deliberadamente orientada pelos desfechos, permite ilustrar o mecanismo proposto com clareza, mas não constitui um teste estatístico da hipótese: a generalização aqui pretendida é analítica, e não probabilística. Os casos demonstram a plausibilidade e a coerência do mecanismo, não sua frequência ou sua magnitude média na população de projetos.

Em segundo lugar, ao isolar o erro de diagnóstico da incerteza como mecanismo causal primário, o trabalho não nega a existência de causas concorrentes. Fatores como a estrutura de incentivos contratuais, os problemas de agência entre contratante e executor, as restrições orçamentárias e as pressões políticas atuam simultaneamente e podem reforçar ou atenuar o mecanismo aqui descrito. A afirmação de primazia diz respeito à posição causal do diagnóstico na cadeia de decisões, que antecede e condiciona as demais, e não à exclusão dos outros determinantes.

Em terceiro lugar, persiste a dificuldade, discutida na Seção 3.5, de diagnosticar

o domínio de complexidade de forma plenamente independente do resultado. Os indicadores ex ante ali propostos mitigam essa limitação, mas não a eliminam: sua validade preditiva permanece uma conjectura teórica, e não uma regularidade empiricamente estabelecida.

Essas limitações delineiam a agenda de pesquisa futura. Três direções se destacam: a operacionalização e a validação empírica dos indicadores ex ante de complexidade por meio de instrumentos estruturados aplicados na fase de iniciação de projetos; o teste quantitativo do limiar de diagnóstico p* formalizado na Seção 4.5, a partir de uma amostra ampla de projetos com domínio e arquitetura metodológica classificados; e a investigação dos mecanismos organizacionais capazes de institucionalizar o diagnóstico da incerteza como etapa formal, contrapondo-se aos incentivos que hoje recompensam a projeção de certeza. Em conjunto, essas direções apontam para a transformação do diagnóstico da complexidade de uma intuição gerencial em um procedimento mensurável e auditável.

REFERÊNCIAS

ARIELY, Dan. Previsivelmente Irracional: As forças ocultas que formam as nossas decisões. Rio de Janeiro: Sextante, 2008.

ARIELY, Dan. Economia Comportamental: um exercício de desenho e humildade. In: ÁVILA, Flávia; BIANCHI, Ana Maria (Org.). Guia de Economia Comportamental e Experimental. São Paulo: EconomiaComportamental.org, 2015. p. 20-25.

BIANCHI, Ana Maria. Por que a economia experimental e a economia comportamental são importantes? Revista de Economia Política, v. 29, n. 4, p. 386-391, 2009.

BROOKS JR., Frederick P. The Mythical Man-Month: Essays on Software Engineering, Anniversary Edition. Reading: Addison-Wesley, 1995.

COHN, Mike. Agile Estimating and Planning. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2005.

DIXIT, Avinash K.; PINDYCK, Robert S. Investment under Uncertainty. Princeton: Princeton University Press, 1994.

EVELEENS, J. Laurenz; VERHOEF, Chris. The Rise and Fall of the Chaos Report Figures. IEEE Software, v. 27, n. 1, p. 30-36, 2010.

FLYVBJERG, Bent. Megaprojects and Risk: An Anatomy of Ambition. Cambridge: Cambridge University Press, 2003.

GAO — U.S. GOVERNMENT ACCOUNTABILITY OFFICE. Federal Bureau of Investigation: Weak Controls over Sentinel Project Led to Payment of Questionable Costs. Washington: GAO, 2010.

GUPC — GRUPO UNIDOS POR EL CANAL. Panama Canal Expansion Program: Project Execution Plan. Panama: GUPC, 2009.

HOLMSTRÖM, Bengt. Moral Hazard and Observability. The Bell Journal of Economics, v. 10, n. 1, p. 74-91, 1979.

KAHNEMAN, Daniel. Rápido e Devagar: Duas Formas de Pensar. Rio de Janeiro: Objetiva, 2012.

KEIL, Mark. Pulling the plug: Software project management and the problem of project escalation. MIS Quarterly, v. 19, n. 4, p. 421-447, dez. 1995.

KERZNER, Harold. Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling. 12. ed. Hoboken: Wiley, 2017.

LOEWENSTEIN, George. Exotic Preferences: Behavioral Economics and Human Motivation. New York: Oxford University Press, 2007.

LOVALLO, Dan; KAHNEMAN, Daniel. Delusions of Success: How Optimism Undermines Executives' Decisions. Harvard Business Review, v. 81, n. 7, p. 56-63, jul. 2003.

McGRATH, Rita Gunther. Falling Forward: Real Options Reasoning and Entrepreneurial Failure. Academy of Management Review, v. 24, n. 1, p. 13-30, 1999.

MENEGUIN, Fernando B.; ÁVILA, Flávia. A economia comportamental aplicada a políticas públicas. In: ÁVILA, Flávia; BIANCHI, Ana Maria (Org.). Guia de Economia Comportamental e Experimental. São Paulo: EconomiaComportamental.org, 2015.

MYERS, Stewart C. Determinants of Corporate Borrowing. Journal of Financial Economics, v. 5, n. 2, p. 147-175, 1977.

OIG — U.S. DEPARTMENT OF JUSTICE, OFFICE OF THE INSPECTOR GENERAL. Audit of the Federal Bureau of Investigation's Management of the Sentinel Program. Washington: OIG, 2012.

PANAMA CANAL AUTHORITY. Panama Canal Expansion Study: Final Environmental Impact Study. Panama: Panama Canal Authority, 2009.

PANAMA CANAL AUTHORITY. Annual Report 2016: Panama Canal Expansion. Panama: Panama Canal Authority, 2016.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK®). 7. ed. Newtown Square: PMI, 2021.

ROYCE, Winston W. Managing the Development of Large Software Systems. In: Proceedings of IEEE WESCON 25, Los Angeles, ago. 1970. p. 1-9.

SANJUR, Augusto G. The Panama Canal Expansion: Adaptation of Contracts. Arbitration Law Review, v. 11, 2019.

SCHWABER, Ken; SUTHERLAND, Jeff. O Guia do Scrum: O Guia Definitivo para o Scrum — As Regras do Jogo. Scrum.org, 2020. Disponível em: https://scrumguides.org/docs/scrumguide/v2020/2020-Scrum-Guide-Portuguese-Brazilian.pdf.

SEC — U.S. SECURITIES AND EXCHANGE COMMISSION. In the Matter of Knight Capital Americas LLC. Administrative Proceeding File No. 3-15570. Washington: SEC, out. 2013.

SERRADOR, Pedro; PINTO, Jeffrey K. Does Agile work? A quantitative analysis of agile project success. International Journal of Project Management, v. 33, n. 5, p. 1040-1051, jul. 2015.

SNOWDEN, David J.; BOONE, Mary E. A Leader's Framework for Decision Making. Harvard Business Review, v. 85, n. 11, p. 68-76, nov. 2007.

STACEY, Ralph D. The science of complexity: an alternative perspective for strategic change processes. Strategy & Business, v. 2, n. 2, p. 30-41, 1995.

STIGLER, George J. The Economics of Information. Journal of Political Economy, v. 69, n. 3, p. 213-225, 1961.

SUTHERLAND, Jeff. Scrum: A arte de fazer o dobro do trabalho na metade do tempo. Rio de Janeiro: Sextante, 2019.

THALER, Richard H. Toward a positive theory of consumer choice. Journal of Economic Behavior & Organization, v. 1, n. 1, p. 39-60, mar. 1980.

THALER, Richard H.; SUNSTEIN, Cass R. Nudge: Como tomar melhores decisões sobre saúde, dinheiro e felicidade. Rio de Janeiro: Objetiva, 2019.

TRIGEORGIS, Lenos. Real Options: Managerial Flexibility and Strategy in Resource Allocation. Cambridge: MIT Press, 1996.

WILLIAMSON, Oliver E. The Economic Institutions of Capitalism. New York: Free Press, 1985.