



Gestão & Gerenciamento

ESTUDO DE CASO LIÇÕES - APRENDIDAS EM PROJETOS DE MANUTENÇÃO ESPECIALIZADA EM AMBIENTES DE BAIXA CONCORRÊNCIA

*LESSONS LEARNED IN SPECIALIZED MAINTENANCE PROJECTS IN LOW-
COMPETITION ENVIRONMENTS*

Rafael Torres Medeiros

Tecnólogo em Sistemas Elétricos (IFSP), MBA em Engenharia de Manutenção 4.0 (UTFPR) e
Pós-graduando em Gestão e Gerenciamento de Projetos. NPPG/Poli. Universidade Federal
do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil

rtorres@live.dk

Filipe Augusto Dantas

Engenheiro Mecânico (UFRN) e MBA em Gestão de Manutenção (IPOG), Brasil

Filipeaugusto18@gmail.com

Resumo

A Operação e Manutenção (O&M) no setor eólico exige decisões estratégicas de Make or Buy em escopos de elevada especificidade técnica e baixa recorrência operacional, como a manutenção estrutural em torres eólicas. Este artigo analisa esse processo sob a ótica do Gerenciamento de Riscos e das Aquisições (Guia PMBOK) [1], em um contexto de baixa concorrência regional e Risco Sistemático de Aquisição, no qual o modelo de contratação pautou-se no menor preço. Adotando a abordagem de estudo de caso, os resultados evidenciam que a inexistência de critérios para avaliação da maturidade gerencial dos fornecedores resultou em subprecificação, desequilíbrio contratual e falhas na execução. A postergação das atividades críticas ampliou a degradação do ativo, transformando uma intervenção de menor complexidade em uma estrutural maior, elevando o custo total do projeto em aproximadamente 107%. Como contribuição, propõe-se um modelo integrado de gestão focado na adaptação intersetorial da base de fornecedores, complementado por acompanhamento gerencial dedicado e incorporação da avaliação do risco climático no planejamento. Essa abordagem busca mitigar riscos de execução, aumentar a previsibilidade e fortalecer a sustentabilidade de projetos de manutenção especializada no setor eólico.

Palavras-chaves: Gerenciamento de Riscos; Manutenção Eólica; Aquisições.

Abstract

Operation and Maintenance (O&M) in the wind sector requires strategic Make or Buy decisions in scopes of high technical specificity and low operational recurrence, such as structural maintenance in wind towers. This article analyzes this process from the perspective of Risk and Procurement Management (PMBOK Guide) [1], in a context of low regional competition and Systemic Procurement Risk, in which the contracting model was based on the lowest price. Adopting the case study approach, the results show that the lack of criteria for evaluating the managerial maturity of suppliers resulted in underpricing, contractual imbalance, and execution failures. The postponement of critical activities increased asset degradation, transforming a lower complexity intervention into a major structural one, increasing the total project cost by approximately 107%. As a contribution, an integrated management model is proposed, focused on the intersectoral adaptation of the supplier base, complemented by dedicated managerial monitoring and the incorporation of climate risk assessment into planning. This approach seeks to mitigate execution risks, increase predictability, and strengthen the sustainability of specialized maintenance projects in the wind sector.

Keyword: Risk Management; Wind Maintenance; Procurement.

1 Introdução

A gestão de ativos no setor eólico é sustentada por uma estratégia híbrida de Operação e Manutenção (O&M), na qual a decisão entre Fazer ou Comprar (*Make or Buy*) exerce influência direta sobre a disponibilidade dos aerogeradores, a integridade estrutural dos ativos e o equilíbrio econômico dos contratos de manutenção. Embora amplamente discutida no campo do gerenciamento de projetos, essa decisão costuma ser aplicada de forma genérica, sem a separação necessária entre demandas operacionais recorrentes e escopos com elevada carga técnica, logística e gerencial. Na prática da O&M eólica, atividades de alta frequência e impacto financeiro controlado tendem a ser internalizadas ou contratadas por processos simplificados, com forte orientação a custo. Esse modelo, funcional para rotinas previsíveis, mostra-se inadequado quando aplicado a escopos de média duração, baixa recorrência e elevada especificidade técnica. Projetos de manutenção

estrutural em torres eólicas inserem-se exatamente nessa categoria, combinando requisitos rigorosos de engenharia, segurança operacional e controle ambiental.

A criticidade desse tipo de intervenção se intensifica quando se considera que a implantação de parques eólicos geralmente ocorre em regiões remotas, com limitações de infraestrutura industrial e restrições logísticas, que impõem barreiras relevantes à mobilização de fornecedores qualificados. Logo após a fase de implementação do parque, observa-se a desmobilização de empresas especializadas, permanecendo, em geral, fornecedores locais capacitados apenas para demandas rotineiras, com lacunas de maturidade técnica, gestão de projetos e capacidade financeira para sustentar escopos prolongados.

O projeto de manutenção estrutural analisado neste estudo enquadra-se nesse contexto. Trata-se de um esforço temporário, com início e término definidos, que envolve atividades críticas como trabalho em altura, intervenções técnicas em componentes estruturais e execução sob condições ambientais restritivas. Apesar dessas características, o escopo foi tratado inicialmente como uma aquisição operacional convencional, orientada predominantemente por critérios de custo.

Essa abordagem levou à subavaliação de riscos associados à escassez regional de fornecedores especializados, à dependência de janelas climáticas restritas e à complexidade logística da execução. O processo de aquisição não incorporou critérios formais para avaliação da maturidade gerencial do fornecedor, criando um gargalo estrutural ao longo da execução contratual. O resultado foi a combinação de subprecificação, desequilíbrio econômico-financeiro e falhas recorrentes na entrega.

Sob a ótica do Gerenciamento de Riscos e das Aquisições, conforme estabelecido pelo Guia PMBOK [1], decisões tomadas na fase de planejamento mostraram-se determinantes para a perda de controle do projeto e para a elevação expressiva do custo final da intervenção.

O objetivo geral deste trabalho é analisar os impactos da adoção de modelos de contratação fortemente orientados a custo em projetos de manutenção eólica de alta especialização inseridos em ambientes de Risco Sistêmico de Aquisição. Como objetivos específicos, o estudo busca: (i) examinar a relação entre subprecificação e falha contratual; (ii) demonstrar como a ausência de governança e a priorização inadequada das atividades críticas contribuem para a deterioração do desempenho do projeto; e (iii) propor um modelo integrado de gestão entre Riscos e Aquisições, alinhado às boas práticas do PMBOK [1], aplicável a projetos de manutenção especializada em regiões afastadas dos grandes centros industriais, com restrições logísticas e oferta limitada de fornecedores e forte influência de variáveis climáticas.

O estudo adota a abordagem de estudo de caso aplicado, fundamentada na análise quantitativa e qualitativa de informações técnicas e gerenciais. Para a estruturação da base de dados, foram quantificados e analisados rigorosamente Diários de Obra (DO), relatórios de medição de avanço físico e revisões de cronograma, cobrindo todo o período de controle diário do projeto. O cruzamento dessas fontes permitiu identificar as relações de causa e efeito entre as decisões de contratação, as falhas de execução e os desdobramentos sobre prazo, custo e desempenho técnico.

A análise foi conduzida de forma integrada entre Gerenciamento de Riscos, Aquisições e Cronograma, com base nas diretrizes do Guia PMBOK [1], buscando identificar a relação entre decisões adotadas na fase de contratação e seus desdobramentos sobre prazo, custo e desempenho técnico.

O foco está na compreensão dos mecanismos que levaram à perda de controle do projeto, especialmente aqueles relacionados à subprecificação, ao modelo contratual e à ausência de governança ativa durante a execução. O objetivo é extrair relações práticas entre causa e efeito, aplicáveis a contextos semelhantes de manutenção especializadas artigos devem contemplar: introdução com definição clara do(s) objetivo(s), metodologia, análise/discussão dos resultados, conclusões/considerações finais, agradecimento (se houver) e referências.

Não publicamos artigos que não estejam alinhados com o escopo da RBPG ou com erros gramaticais e/ou ortográficos. Os autores são responsáveis pela tradução (quando for o caso) e correções ortográficas, gramaticais e de estilo das submissões.

2 *Make or Buy Operacional versus Make or Buy Estratégico*

A decisão entre Fazer ou Comprar (*Make or Buy*) constitui um elemento estrutural do gerenciamento de aquisições em projetos, conforme estabelecido pelo Guia PMBOK [1]. Apesar disso, no ambiente organizacional, essa decisão é frequentemente conduzida de forma genérica, sem a segregação necessária entre demandas operacionais recorrentes e escopos de natureza estratégica, cujos impactos extrapolam o custo imediato da contratação.

O *Make or Buy Operacional* está associado à gestão de atividades repetitivas, de alta frequência, baixa especificidade técnica e impacto controlado sobre a integridade do ativo. Nesses casos, a previsibilidade da demanda, a padronização dos métodos e a disponibilidade de fornecedores locais permitem processos de aquisição simplificados, normalmente orientados por custo, prazo de mobilização e histórico de fornecimento, com riscos conhecidos e absorvíveis pela rotina operacional.

Outra lógica se impõe quando o escopo apresenta baixa recorrência, elevada exigência técnica e forte exposição a riscos externos. O *Make or Buy Estratégico* aplica-se a projetos cuja falha compromete diretamente a confiabilidade, a vida útil e o valor econômico do ativo. Nessas situações, critérios como maturidade gerencial do fornecedor, capacidade de planejamento, estrutura financeira para sustentar a execução e experiência em ambientes restritivos assumem papel central, superando a relevância do preço como único parâmetro decisório.

A aplicação indevida de modelos de contratação operacional a escopos de caráter estratégico tende a mascarar riscos relevantes. A priorização do menor preço pode ocultar limitações relacionadas à escassez de fornecedores qualificados, evidenciando uma visão gerencial limitada ao curto prazo na fase de planejamento. [2] O efeito prático é a transferência implícita de riscos para contratos estruturalmente frágeis, nos quais o orçamento não suporta as condições efetivas de execução.

No contexto da manutenção eólica, projetos de manutenção estrutural especializada enquadram-se como escopos de *Make or Buy* Estratégico. Trata-se de intervenções de média duração, tecnicamente especializadas e fortemente condicionadas por variáveis externas, como janelas climáticas, logística de acesso e disponibilidade de mão de obra qualificada para trabalho em altura. A condução desses escopos por processos típicos de aquisição operacional compromete a governança do projeto ainda na fase de planejamento, criando um cenário propício a atrasos e à elevação do custo total de recuperação do ativo, ferindo as características técnicas fundamentais para que o projeto seja considerado bem-sucedido. [3]

Para facilitar a comparação entre os modelos de aquisição, a tabela 1 resume as diferenças fundamentais entre a gestão operacional e a estratégica, focando na mitigação de riscos e no custo total de propriedade.

Tabela 1 – Matriz de Decisão *Make or Buy*:

Critério	<i>Make or Buy</i> Operacional	<i>Make or Buy</i> Estratégico
Enquadramento	Itens não-críticos / Rotina	Itens estratégicos / Críticos
Foco Econômico	Preço de Aquisição (CAPEX)	Custo de Ciclo de Vida (TCO)
Critério Seleção	Menor Preço e Prazo	Maturidade e Gestão de Riscos
Modelo Contratual	Preço Global	Preços Unitários / Parceria
Impacto da Falha	Ineficiência Localizada	Perda de Integridade do Ativo

Fonte: Elaborado pelo autor (2026), com base em PMI [1], Kraljic [12] e Ellram [14].

2.1 O Panorama da Cadeia de Suprimentos e O&M no Brasil

A análise das falhas operacionais e contratuais discutidas neste estudo encontra respaldo em dados estatísticos do setor eólico no Brasil. Conforme levantamento realizado por González [4] junto a gestores de 107 parques eólicos distribuídos em oito estados, a escassez de fornecedores qualificados configura uma barreira estrutural do mercado. Esse cenário de baixa competitividade técnica é agravado já na fase de pré-contratação, na qual a falta de informações detalhadas sobre os serviços e a apresentação de documentação técnica insuficiente dificultam a seleção de parceiros adequados.

Durante a fase de execução, os dados indicam que desvios operacionais são recorrentes: 93% dos gestores relataram tempos de serviço superiores ao planejado, frequentemente associados a alterações de escopo não previstas (87%) e ao uso de ferramental inadequado pelas contratadas. Essa fragilidade técnica se estende ao período pós-execução, apontando o surgimento de efeitos indesejados no ativo após a conclusão das intervenções.

O estudo reforça que decisões de aquisição orientadas exclusivamente por economias imediatas tendem a comprometer o objetivo central da gestão de O&M, que é a minimização do custo total por unidade de energia gerada. Conforme González [4], a subprecificação e a baixa maturidade dos fornecedores resultam em aumento dos custos de

manutenção e perdas de geração, indicando a necessidade de estratégias de aquisição mais robustas.

2.2 O Risco Sistêmico de Aquisição em Projetos Especializados

Em projetos de manutenção especializada, o processo de aquisição concentra parcela relevante da exposição a riscos. Esses riscos não decorrem apenas do desempenho de fornecedores individuais, mas de condições estruturais do próprio mercado de contratação, que afetam simultaneamente todas as alternativas disponíveis. Neste estudo, essa condição é denominada Risco Sistêmico de Aquisição.

Esse risco está associado, principalmente, a cenários de baixa concorrência, nos quais a oferta de empresas é limitada por fatores regionais, logísticos ou pela própria estrutura do mercado. Onde a comparação técnica entre propostas torna-se restrita, e o processo decisório passa a se apoiar de forma excessiva em critérios financeiros aparentes, em especial o menor preço.

O preço deixa de refletir adequadamente a capacidade real de entrega. Propostas com valores reduzidos podem ocultar limitações relacionadas à capacidade produtiva, à sustentação financeira da execução e à gestão de riscos ao longo do projeto.

No setor eólico, essa condição assume caráter estrutural, sobretudo em regiões afastadas dos grandes centros industriais. A disponibilidade limitada de empresas com experiência em intervenções especializadas, não constitui um evento pontual, mas uma característica recorrente do mercado local. O risco, portanto, não está associado a um fornecedor específico, mas às restrições do ambiente de contratação.

Parte dos fornecedores disponíveis apresenta bom desempenho em escopos de menor complexidade técnica, o que pode gerar uma percepção positiva de capacidade que nem sempre se sustenta quando aplicada a projetos de natureza mais especializada. Esse histórico favorável em atividades operacionais tende a influenciar o processo decisório e contribui para a subestimação dos riscos associados a escopos estratégicos.

Sob a ótica do Gerenciamento de Riscos, conforme o Guia PMBOK [1], a não identificação desse cenário compromete as etapas iniciais de planejamento. As decisões de aquisição passam a ser tomadas com base em premissas pouco realistas quanto à capacidade operacional e financeira dos fornecedores, resultando na aceitação de riscos relevantes sem estratégias de resposta compatíveis.

Esses riscos acabam sendo deslocados para a fase de execução, momento em que a capacidade de correção já é limitada e os impactos sobre prazo e custo tendem a ser ampliados. No estudo de caso analisado, essa condição se manifestou na seleção de um fornecedor cuja proposta não refletia a complexidade logística e os custos reais da execução. A subprecificação observada deve ser compreendida como consequência de um ambiente de contratação vulnerável.

O critério de menor preço deixa, assim, de atuar como instrumento de eficiência econômica e passa a aumentar a exposição do projeto a falhas contratuais e atrasos prolongados. O reconhecimento do Risco Sistêmico de Aquisição ainda na fase de planejamento torna-se essencial para a adoção de estratégias compatíveis com a natureza do escopo e para a construção de modelos de aquisição mais robustos.

2.3 Vieses Cognitivos na Aquisição e a Origem da Subprecificação

O Viés da Disponibilidade ocorre quando a análise se concentra nas informações mais imediatas e facilmente comparáveis, uma vez que a tomada de decisão sob incerteza não é puramente racional, mas baseada em heurísticas (atalhos mentais) que levam a erros sistemáticos [5]. Nas aquisições, o valor inicial da proposta assume protagonismo, enquanto custos menos evidentes, como restrições climáticas, períodos de improdutividade, mobilizações prolongadas e retrabalho, permanecem fora do foco decisório. A avaliação econômica restringe-se ao desembolso imediato (CAPEX), sem considerar o Custo Total de Propriedade (TCO) e a operação ao longo do ciclo de vida (OPEX), o que configura uma distorção que compromete a saúde financeira do projeto a longo prazo [6].

Essa limitação compromete a leitura de viabilidade. Custos que não aparecem explicitamente nas planilhas deixam de influenciar a decisão, mesmo quando representam parcela significativa do esforço financeiro necessário para sustentar a execução.

O Viés do Otimismo se manifesta na subestimação do impacto de eventos adversos. Conforme aponta *Flyvbjerg* [7], os gestores tendem a ser excessivamente otimistas e a ignorar estatísticas de projetos passados, adotando uma "visão interna" que configura a chamada Falácia do Planejamento. Por conta disso, parte-se da premissa de que condições desfavoráveis ocorrerão de forma pontual ou poderão ser absorvidas sem efeitos relevantes sobre prazo, custo ou qualidade. Essa expectativa reduz a percepção da severidade dos riscos e enfraquece a adoção de estratégias mais conservadoras no planejamento.

O Efeito Halo, conceito introduzido por Thorndike[8], surge quando o bom desempenho de um fornecedor em escopos de menor complexidade técnica é extrapolado para projetos de natureza distinta. Experiências positivas em atividades operacionais constroem uma percepção generalizada de competência que nem sempre se sustenta em intervenções especializadas. A capacidade demonstrada em serviços simples passa a ser interpretada como indicativo de preparo para escopos estratégicos, mesmo sem evidências de maturidade gerencial, estrutura financeira ou domínio das variáveis externas envolvidas.

Tabela 2: Análise de Vieses Cognitivos e Respostas Gerenciais

Viés Identificado	Mecanismo de Distorção	Manifestação no Estudo de Caso	Impacto e Mitigação Proposta
Disponibilidade	Foco em dados de fácil acesso (preço nominal) ignorando variáveis complexas.	Priorização do CAPEX desconsideração do TCO e custos de mobilização.	Impacto: Subestimação do custo real. Mitigação: Análise obrigatória de TCO.
Otimismo	Subestimação da probabilidade de eventos negativos.	Premissa de que paradas seriam pontuais e absorvidas sem atrasos.	Impacto: Desvio de cronograma equivalente ao dobro do prazo inicial. Mitigação: Margens de contingência.
Falácia do Planejamento	Adoção de uma "visão interna" que ignora estatísticas reais do mercado.	Estipulação de uma linha de base irreal em um setor onde 93% dos projetos sofrem atrasos severos.[4]	Impacto: Inviabilidade do prazo. Mitigação: Uso de dados históricos.

Efeito Halo	Extrapolação de competência de serviços simples para escopos complexos.	Seleção de fornecedor local com histórico de reparos simples para execução de reparos estruturais.	Impacto: Falhas técnicas e retrabalho. Mitigação: Habilitação técnica específica de fornecedores.
-------------	---	--	--

Fonte: Elaborado pelo autor (2026), adaptado de Kahneman [5], Flyvbjerg [7] e González [4].

A combinação desses vieses favorece a subprecificação. Propostas financeiramente agressivas passam a ser interpretadas como oportunidades de eficiência, quando na realidade indicam desequilíbrio. O preço deixa de refletir a complexidade técnica e logística do escopo e passa a ocultar a incapacidade do fornecedor de sustentar e avaliar a execução ao longo do tempo.

A subprecificação observada não se configura como falha pontual de estimativa. Trata-se de um fenômeno que resulta da interação entre limitações do mercado e distorções no processo decisório. Contratos firmados sob essas condições transferem riscos relevantes para a fase de execução, etapa em que a capacidade de correção é reduzida e os impactos sobre prazo e custo se ampliam.

A ausência de reconhecimento explícito desses vieses compromete a governança do projeto desde sua origem. A recorrência de atrasos, pleitos contratuais e progressão da degradação do ativo passa a ser consequência direta desse processo. A identificação desses mecanismos não elimina o risco, mas permite decisões mais alinhadas à realidade operacional e às boas práticas de Gerenciamento de Riscos.

2.4 Modelo Contratual e Colapso da Execução

O estudo de caso analisado neste trabalho foi contratado sob o regime de empreitada por preço global, com pagamentos condicionados à medição de avanço físico. Esse modelo pressupõe frentes de trabalho relativamente estáveis e capacidade financeira da contratada para absorver variações temporárias de produtividade sem comprometer a continuidade da execução.

Essas condições não se confirmaram na prática, o controle diário do projeto, amparado pela análise dos Diários de Obra, permitiu identificar falhas na condução do contrato. Constatou-se um índice crítico de absenteísmo e falta de equipe nas frentes de trabalho. Os registros evidenciaram que a mão de obra especializada foi frequentemente remanejada, desestabilizando o planejamento. Somado a isso, identificou-se uma distorção na estratégia de execução da contratada: frentes de menor complexidade técnica foram priorizadas com o objetivo deliberado de acelerar o faturamento imediato nas medições. Como consequência, as atividades pertencentes ao caminho crítico do projeto foram negligenciadas, gerando um avanço físico ilusório, que não refletia a progressão real para a conclusão do escopo.

O modelo contratual adotado, combinado à subprecificação inicial, acelerou a perda de capacidade operacional da contratada. A exigência de desempenho contínuo em um ambiente estruturalmente instável expôs limitações de maturidade gerencial da contratada para absorção de desvios e reequilíbrio da execução.

A ausência de acompanhamento ativo por parte da contratante agravou esse quadro. Não houve atuação sistemática sobre o cronograma nem direcionamento técnico quanto à priorização das atividades críticas. Frentes de menor complexidade e de fácil mensuração passaram a ser executadas com maior frequência, gerando avanço físico aparente, porém desconectado do caminho crítico, composto majoritariamente por atividades externas, como aponta Goldratt [9], focar em produtividade onde o trabalho é fácil não ajuda o prazo final; se o tempo é perdido no 'gargalo' do projeto, esse atraso jamais é recuperado.

Esse desalinhamento comprometeu a previsibilidade do projeto e evidenciou a incapacidade operacional por parte da contratada. O atraso deixou de ser um desvio e passou a caracterizar uma falha estrutural, culminando no colapso contratual e na paralisação dos serviços com a entrega de apenas 45% do avanço físico real. A ineficiência operacional ficou matematicamente comprovada: o ritmo de produção da equipe foi de um terço da velocidade planejada. Na prática, a contratada consumiu o triplo do tempo para concluir essa fração minoritária da obra, cenário que expôs o ativo a riscos iminentes e inviabilizou a manutenção do modelo de preço global adotado.

2.5 Metamorfose do Escopo e Aumento Exponencial do Custo

A consequência mais crítica da subprecificação associada às falhas de governança foi a transformação técnica do escopo originalmente contratado. O prolongamento da execução expôs o ativo por um período muito superior ao previsto a um ambiente agressivo, permitindo a progressão contínua da degradação estrutural.

O escopo inicial, concebido como uma intervenção corretiva de menor complexidade técnica, evoluiu para a necessidade de reparos estruturais, incluindo atividades de caldeiraria, soldagem, controle metalúrgico e inspeções complementares, não previstas no contrato original. Essa alteração caracteriza uma metamorfose do escopo, na qual o fator tempo deixou de ser apenas um desvio de cronograma e passou a atuar como agente direto de deterioração do ativo. Este fenômeno conduz o projeto à 'Espiral da Morte', característica dos projetos de 'Marcha da Morte' descritos por Yourdon [10], onde a subestimativa inicial e a pressão por prazos impossíveis geram um ciclo vicioso de perda de qualidade e aumento de complexidade, tornando o colapso final inevitável.

Os efeitos dessa transformação refletiram-se no cronograma. O projeto, que possuía uma linha de base estritamente definida, entrou em colapso em decorrência de um ritmo de avanço equivalente a um terço do esperado. A ineficiência foi tamanha que, para entregar menos da metade da obra (45%), o fornecedor consumiu um período superior ao prazo total que havia sido estipulado para a entrega do projeto. Esse atraso desproporcional ampliou drasticamente a exposição ambiental do ativo e agravou o processo de degradação de forma contínua.

A perda de controle tornou-se evidente com a necessidade de mobilização de uma equipe de engenharia dedicada para reavaliar a integridade estrutural do ativo. As conclusões técnicas indicaram que a continuidade do contrato vigente não era compatível com a nova complexidade assumida pelo escopo.

A ruptura ficou materialmente comprovada com uma nova solicitação de cotação (RFQ) para o escopo remanescente. O mercado especializado precificou a condição real da

atividade, resultando em valores mais de duas vezes superiores ao contrato original e substancialmente maiores que o saldo financeiro disponível no projeto.

Esse diferencial evidencia que a economia buscada na contratação inicial foi integralmente perdida. A combinação entre subprecificação e postergação da execução atuou como fator determinante para a elevação do custo real do projeto, convertendo um escopo inicialmente controlável em uma intervenção de alta complexidade.

2.6 Metamorfose do Escopo e Aumento Exponencial do Custo

Com base nas evidências observadas no estudo de caso, propõe-se um modelo de gestão integrado entre Gerenciamento de Riscos e Aquisições, alinhado às diretrizes do Guia PMBOK [1], aplicável a escopos de manutenção de baixa frequência, elevada especificidade técnica e alta exposição a incertezas externas. O modelo parte do entendimento de que esse tipo de intervenção não pode ser conduzido por lógicas típicas de contratação operacional.

O modelo é estruturado em três pilares:

O primeiro pilar refere-se à integração entre Riscos e Aquisições já na fase de planejamento. Os riscos identificados devem ser convertidos em requisitos objetivos na RFQ, influenciando critérios de habilitação técnica, estrutura de custos, cronograma e capacidade financeira do fornecedor. A decisão deixa de ser orientada pelo menor preço e passa a considerar a probabilidade de falha do contrato. Essa mudança é sustentada pela assimetria existente entre o custo da intervenção e o valor do ativo envolvido. Uma execução inadequada, ou conduzida sem controle efetivo de qualidade, não representa apenas um desvio contratual, mas um risco patrimonial com potencial de impacto significativamente superior ao valor da manutenção. Conforme Woodhouse [11], a gestão de ativos eficaz exige que as decisões de investimento e manutenção sejam baseadas no risco total ao valor do negócio, e não apenas no menor custo de execução.

O segundo pilar contempla a adoção da estratégia de resposta evitar (*Avoid*) aplicada ao risco climático. Segundo as diretrizes do Guia PMBOK [1], essa estratégia busca eliminar a ameaça ou proteger o projeto de seus impactos, o que, neste modelo, é operacionalizado pelo sequenciamento das frentes de trabalho conforme a sensibilidade ambiental. Essa abordagem não se limita à definição de janelas climáticas mandatórias, mas envolve o sequenciamento consciente das atividades conforme o grau de exposição ambiental de cada frente de trabalho.

Atividades com maior sensibilidade às condições climáticas são programadas para períodos de maior estabilidade, preservando produtividade e qualidade de execução. Em contrapartida, quando a janela climática ainda apresenta maior instabilidade, priorizam-se atividades passíveis de execução em áreas abrigadas ou com menor interferência ambiental, acompanhadas de redução do efetivo mobilizado.

Esse arranjo permite o avanço controlado do escopo, sem expor frentes críticas a condições desfavoráveis. À medida que o clima se torna mais previsível, as atividades com maior exposição passam a ser executadas, garantindo melhor aproveitamento das janelas e reduzindo perdas associadas à improdutividade e à reprogramação.

O terceiro pilar está associado à adaptação intersetorial da base de fornecedores. A restrição ao mercado eólico amplia o risco sistêmico de aquisição. A incorporação de empresas provenientes de setores como Mineração e *Offshore* permite acessar organizações

acostumadas à proteção de ativos de alto valor, essa diversificação da base de suprimentos, conforme proposto pela lógica de Kraljic [12], reduz a dependência de mercados restritos e mitiga o risco sistêmico de aquisição em itens de alta criticidade. Nesses segmentos, a precificação tende a refletir de forma mais realista as condições de execução, reduzindo a subprecificação e fragilidade contratual.

Esse conjunto de diretrizes reposiciona o processo de aquisição como instrumento de proteção patrimonial, e não apenas como mecanismo de controle de custo imediato. Ao alinhar risco, contrato e estratégia de execução, o modelo reduz a exposição a falhas contratuais, atrasos prolongados e perdas estruturais, elevando a previsibilidade técnica e econômica em projetos de manutenção especializada.

2.7 Aplicação do Modelo de Gestão Integrado no Projeto Analisado

Com base nas análises desenvolvidas ao longo deste trabalho, o estudo de caso deixou de ter caráter exclusivamente diagnóstico e passou a orientar decisões práticas na condução do projeto. As fragilidades identificadas nas etapas de aquisição, planejamento e governança fundamentaram a revisão da estratégia contratual e a implementação de um modelo de gestão integrado entre Gerenciamento de Riscos e Aquisições, em alinhamento com as diretrizes do Guia PMBOK [1].

A primeira aplicação do modelo ocorreu na reavaliação da estratégia de aquisição. O processo deixou de ser orientado apenas pelo critério de menor preço e passou a incorporar um mapeamento estruturado de riscos, considerando fatores climáticos, logísticos, operacionais e financeiros. Esse mapeamento serviu de base para a elaboração de uma nova solicitação de cotação (RFQ), construída a partir da condição real do ativo e das restrições efetivas de campo.

Foram realizadas reuniões técnicas de alinhamento com os potenciais fornecedores, com foco no ajuste de escopo e cronograma. As partes envolvidas participaram de forma estruturada, incluindo a consideração das observações de risco apresentadas pelos próprios fornecedores. Esse processo contribuiu para reduzir assimetrias de informação e alinhar expectativas relacionadas à produtividade, às restrições ambientais e à priorização das frentes de trabalho.

A partir desse processo, foi contratada uma nova empresa sob um modelo contratual revisado, substituindo o regime de empreitada por preço global. Conforme Ibrahim [13],

“em ambientes de alta incerteza, contratos baseados em preços unitários ou diários são preferíveis, pois alinham o pagamento ao esforço real e evitam que o fornecedor embute margens de risco proibitivas ou entre em insolvência.”

O contrato passou a prever a segregação entre custos de materiais e custos de mão de obra, ampliando a transparência da estrutura de custos e reduzindo a transferência indiscriminada de riscos. Os pagamentos passaram a ser realizados por dia efetivo de trabalho, reduzindo a dependência de medições de avanço físico em frentes com alta variabilidade operacional.

O contrato também passou a prever, de forma objetiva, a condição de *standby* operacional. Nos casos decorrentes de restrições climáticas ou operacionais fora do controle da contratada, o *standby* passou a ser remunerado com a aplicação de um redutor de 30%

no custo da mão de obra. Essa medida buscou preservar o equilíbrio econômico do contrato sem inviabilizar a permanência da equipe mobilizada.

Outra aplicação do modelo foi a formalização das janelas climáticas como restrição de planejamento. O cronograma passou a ser estruturado considerando explicitamente os períodos tecnicamente viáveis para execução das atividades externas, com priorização das frentes conforme as condições ambientais. O risco climático passou a orientar o sequenciamento das atividades.

Foi implementado acompanhamento in loco em tempo integral por parte da contratante. Essa atuação incluiu o monitoramento contínuo do cronograma, a validação técnica das frentes priorizadas, a avaliação diária de riscos e a interlocução direta com a equipe de campo. Essa medida restabeleceu a governança ativa do projeto. Segundo o Guia PMBOK [1], o monitoramento contínuo permite a identificação precoce de desvios, garantindo que as ações corretivas sejam aplicadas diretamente sobre o caminho crítico para preservar os objetivos de prazo e custo.

As aplicações realizadas no projeto materializam os princípios do modelo proposto neste trabalho. A aquisição deixou de ser tratada como etapa isolada e passou a atuar como instrumento de proteção do ativo, alinhando risco, contrato, cronograma e execução. O estudo de caso evoluiu de um cenário de fragilidade contratual para uma abordagem orientada à previsibilidade técnica, à preservação do valor patrimonial e à sustentabilidade da execução em ambiente de elevada incerteza.

3 Aplicação do Modelo de Gestão Integrado no Projeto Analisado

A análise desenvolvida evidencia que falhas em projetos de manutenção especializada estão mais associadas a decisões estruturais adotadas nas fases de planejamento, aquisição e governança do que a eventos pontuais de execução. A fragmentação entre Gerenciamento de Riscos, Aquisições e Cronograma, conforme abordado no Guia PMBOK [1], mostrou-se um fator determinante para a perda de controle técnico e econômico em projetos dessa natureza. Essa necessidade de visão sistêmica deve ser reforçada e as áreas do projeto interligadas. A integração de riscos, compras e prazos garante a entrega de valor e evita o colapso do projeto.

Escopos caracterizados por baixa recorrência, elevada complexidade técnica e forte dependência de fatores externos exigem abordagem distinta daquela aplicada a atividades operacionais rotineiras. A adoção de modelos decisórios orientados predominantemente ao custo, sem o reconhecimento do Risco Sistêmico de Aquisição e sem critérios formais para avaliação da maturidade técnica e gerencial dos fornecedores, contribui para a subprecificação, fragilização contratual e degradação progressiva da governança da execução.

No âmbito do cronograma, a ausência de atuação estruturada sobre o caminho crítico e a inexistência de uma estratégia explícita para tratamento do risco climático permitiram a ocorrência de atrasos sucessivos. Esses atrasos ampliaram a exposição do ativo a condições ambientais severas, fazendo com que o tempo de execução deixasse de ser apenas uma variável de planejamento e passasse a influenciar diretamente a condição do ativo. Como consequência, escopos inicialmente concebidos como intervenções de menor

complexidade técnica evoluíram para intervenções estruturais de maior severidade, com impactos relevantes sobre custo, prazo e risco.

Sob a perspectiva econômica, observa-se que economias obtidas na fase inicial de contratação não representam, necessariamente, redução do custo total do projeto. Conforme *Ellram* [14], o foco exclusivo no preço de aquisição ignora custos ocultos e riscos subsequentes que, como observado neste estudo, podem multiplicar o valor final da intervenção. A necessidade de recontração, fundamentada na condição real do ativo e nas restrições efetivas de execução, resultou em valores muito superiores aos inicialmente previstos. Esse comportamento reforça que decisões de aquisição dissociadas do gerenciamento de riscos tendem a comprometer o valor ao longo do ciclo de vida do projeto.

A aplicação de um modelo de gestão integrado entre Gerenciamento de Riscos e Aquisições demonstrou a viabilidade de abordagens mais aderentes à variabilidade desses escopos. A incorporação estruturada de riscos ao processo de aquisição, a revisão do modelo contratual, a formalização de janelas climáticas como restrições de planejamento e a adoção de governança ativa durante a execução contribuíram para maior previsibilidade técnica e econômica.

Embora fundamentadas em um contexto específico, as análises desenvolvidas apresentam potencial de aplicação em projetos de manutenção especializada inseridos em ambientes com restrição de mercado, elevada incerteza ambiental e ativos de alto valor patrimonial. A discussão proposta contribui para o campo do Gerenciamento de Projetos ao evidenciar que a mitigação de riscos relevantes depende menos da busca pelo menor custo imediato e mais da integração consistente entre planejamento, risco, contrato e execução.

4 Referências

- [1] PMI. Project Management Institute. **Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK®)**. 6. ed. Newtown Square: PMI, 2017.
- [2] LIMMER, C. V. **Planejamento, Orçamentação e Controle de Projetos e Obras**. Rio de Janeiro: LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1997.
- [3] LONGO, O. C.; MACHADO, F. M. **Parâmetros Fundamentais para Planejamento e Controle de Custos na Construção Civil**. Em: Anais 4 Congresso Ibero Americano de Engenharia de Custos, Rio de Janeiro, 2005.
- [4] GONZÁLEZ, M. et al. **Operação e manutenção de parques eólicos do Brasil: desafios e oportunidades**. Brazil Windpower, 2018.
- [5] KAHNEMAN, D. **Rápido e devagar: duas formas de pensar**. Rio de Janeiro: Objetiva, 2012.15
- [6] PASCHOAL, J. J. **Gestão de Ativos e Manutenção Industrial**. São Paulo: Érica, 2014.
- [7] FLYVBJERG, B. **Over budgets, over time, over and over again: Managing major projects**. In: The Oxford Handbook of Megaproject Management. Oxford University Press, 2017.

- [8] THORNDIKE, E. L. **A constant error in psychological ratings.** Journal of Applied Psychology, v. 4, n. 1, p. 25-29, 1920.
- [9] GOLDRATT, Eliyahu M. Corrente Crítica. São Paulo: Nobel, 2002.
- [10] YOURDON, Edward. **Death march: the complete software developer's guide to surviving "mission impossible" projects.** Upper Saddle River: Prentice Hall, 1997.
- [11] WOODHOUSE, John. **Asset Management: Strategy and Planning.** Southampton: Asset Management Academy, 2014.
- [12] KRALJIC, Peter. **Purchasing must become supply management.** Harvard Business Review, v. 61, n. 5, p. 109-117, 1983.
- [13] IBRAHIM, N. H. **Contracting in Engineering.** Londres: Routledge, 2018.
- [14] ELLRAM, Lisa M. **Total cost of ownership: elements and implementation.** International Journal of Purchasing and Materials Management, v. 29, n. 3, p. 2-10, 1993