

VALORAÇÃO DE DESEQUILÍBRIO ECONÔMICO-FINANCEIRO NAS PERÍCIAS DE IMPACTOS EM CONTRATOS DE OBRAS E SERVIÇOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL: MEASURED MILE OU MAICO?

Trabalho de Avaliação

EDSON GARCIA BERNARDES
EUSTÁQUIO COSTA SOARES
PABLO COSTA BETHONICO

João Pessoa – PB
2025

REALIZAÇÃO:



IBAPE
INSTITUTO BRASILEIRO
DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA



IBAPE-PB
INSTITUTO BRASILEIRO
DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA

PATROCÍNIO:

CONFEA
Conselho Federal de Engenharia
e Agronomia



CREA-PB
Conselho Regional de Engenharia
e Agronomia da Paraíba



mutua
Câmara de Assistência dos Profissionais do Crea

VALORAÇÃO DE DESEQUILÍBRIO ECONÔMICO-FINANCEIRO NAS PERÍCIAS DE IMPACTOS EM CONTRATOS DE OBRAS E SERVIÇOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL: MEASURED MILE OU MAICO?

RESUMO

A quantificação das perdas de produtividade em contratos de obras representa um desafio recorrente na apuração de desequilíbrios econômico-financeiros, especialmente diante de contextos marcados por interferências sucessivas e frentes de trabalho descontinuadas. Este estudo aplica, de forma comparativa, as metodologias Measured Mile e MAICO à análise de um caso real, com o objetivo de verificar a aderência técnica e a eficácia de cada abordagem na reconstrução do cenário natural de execução contratual. Enquanto o método Measured Mile, consagrado internacionalmente, mostrou-se eficaz para mensurar perdas pontuais em ambientes com frentes de produção controladas e registros consistentes, a metodologia MAICO revelou-se mais apropriada para avaliar impactos sistêmicos e difusos, recorrendo a variáveis acumuladas, análises proporcionais e fundamentos da engenharia econômica. Os resultados obtidos evidenciam que a adoção combinada de ambas as metodologias, de forma crítica e contextualizada, fortalece a fundamentação técnica de pleitos de reequilíbrio contratual, assegurando maior rastreabilidade, precisão e segurança jurídica às avaliações periciais. O trabalho contribui, assim para o aprimoramento das práticas de mensuração de danos produtivos em contratos administrativos e consolidação de métodos alinhados às normas técnicas nacionais e a Jurisprudência especializada.

Palavras-chave: *Desequilíbrio econômico-financeiro, Perda de produtividade, Contratos de obras, Measured Mile, MAICO*

REALIZAÇÃO:



PATROCÍNIO:



1. INTRODUÇÃO

A judicialização crescente de contratos de obras públicas e privadas no Brasil revela uma lacuna crítica: a dificuldade em demonstrar tecnicamente o desequilíbrio econômico-financeiro decorrente de eventos adversos. Entre os fatores mais relevantes está a perda de produtividade, comumente subestimada ou tratada de maneira empírica nas perícias judiciais e arbitrais. Essa deficiência metodológica compromete a precisão dos pleitos de reequilíbrio e gera insegurança jurídica para contratantes e contratados. Embora existam metodologias consolidadas internacionalmente, como Measured Mile, sua aplicação em bases de dados incompleta ou heterogêneas típicas do cenário brasileiro ainda gera controvérsias. A ausência de análises comparativas estruturadas reforça a necessidade de pesquisas que testem essas metodologias em contextos nacionais, permitindo resultados mais confiáveis e decisões mais embasadas.

A presente pesquisa busca preencher uma lacuna claramente identificada na literatura técnico-científica nacional: a escassez de estudos empíricos que confrontem o método Measured Mile, previsto na AACE RP25R-03, com o modelo alternativo MAICO, frente à norma ABNT NBR 13752/2024. Ambos os modelos são utilizados para estimar perdas de produtividade e desequilíbrios econômico-financeiro em obras de engenharia, mas diferem em estrutura analítica, requisitos de dados e rastreabilidade. O Measured Mile é considerado preferencialmente em arbitragem internacionais, porém carece de consenso quando à sua aplicabilidade em contratos brasileiros com dados frágeis. Já o MAICO, desenvolvido com foco em cenários adversos e cronogramas comprometidos, oferece uma abordagem alternativa ainda pouco explorada academicamente, exigindo estudo comparativo sob critérios técnicos, econômicos e normativos.

A adoção de métodos mais precisos para mensurar a perda de produtividade tem implicações práticas e sociais significativas. Litígios por desequilíbrio são onerosos, retardam a entrega de obras públicas e comprometem a eficiência na alocação de recursos. Estimativas da CGU indicam economia de mais de R\$ 80 bilhões em contratações públicas entre 2020 e 2023, resultante da atuação técnica e correção de ineficiências. Para órgãos como TCU, CGU, IBRAOP e DNIT, contar com ferramentas validadas e rastreáveis aprimora a tomada de decisões técnicas e jurídicas. Já para empresas privadas, a previsibilidade na mensuração de impactos permite formular propostas mais competitivas e reduz riscos de inadimplência e litígio. A aplicação sistemática e comparada dos modelos analisados pode ainda fundamentar diretrizes futuras para a gestão contratual pública e privada.

A viabilidade da pesquisa está assegurada pelo acesso a bases de dados reais de produtividade e custos de contratos auditados, além da disponibilidade de ferramentas estatísticas comparáveis com ambos os métodos. O estudo propõe aplicar os modelos a múltiplos casos reais, analisar a sensibilidade frente à qualidade dos dados e verificar aderência à NBR 13752. A originalidade reside em ser o primeiro trabalho brasileiro a comparar, sob bases empíricas reais, os modelos Measured Mile e MAICO, integrando critérios técnicos, econômicos e normativos. Com isso, espera-se produzir conhecimento aplicável, robusto e auditável, capaz de subsidiar pareceres periciais, orientar políticas públicas, aperfeiçoar práticas de governança contratual e fortalecer a engenharia legal no Brasil, com potencial impacto direto na eficiência e sustentabilidade das obras públicas e privadas.

2. PROBLEMA

Em contratos de obras brasileiras, qual modelo matemático — Measured Mile ou MAICO — fornece estimativas mais acuradas, robustas e economicamente viáveis da perda de produtividade e do consequente desequilíbrio econômico-financeiro, atendendo às exigências de rastreabilidade da ABNT NBR 13752 mesmo quando aplicado a bases de dados de qualidade variável?

A mensuração do desequilíbrio econômico-financeiro em contratos de obras de engenharia, especialmente quando decorre de perda de produtividade, constitui uma problemática complexa que envolve variáveis operacionais, econômicas, jurídicas e metodológicas. A ausência de consenso sobre qual modelo matemático melhor traduz esse fenômeno — entre abordagens consagradas como o Measured Mile (AAE 25R-03) e alternativas como o MAICO — acentua a incerteza técnica no momento de quantificar impactos e instruir pleitos de reequilíbrio contratual. A literatura técnica carece de comparações sistemáticas entre os modelos em contextos reais, considerando critérios como precisão estatística, aplicabilidade a dados imperfeitos e aderência às exigências normativas brasileiras, especialmente à ABNT NBR 13752. Essa lacuna gera insegurança pericial e contenciosos dispendiosos, com decisões muitas vezes baseadas em critérios subjetivos ou insuficientemente fundamentados.

Do ponto de vista da problematização, a crescente judicialização dos contratos de obras de engenharia e a intensificação dos controles externos de órgãos como TCU e CGU exigem dos agentes públicos e peritos fundamentos cada vez mais técnicos e rastreáveis para justificar pleitos de reequilíbrio. No entanto, a realidade contratual brasileira apresenta desafios adicionais, como falhas no registro de produtividade, baixa qualidade dos dados históricos e

ausência de séries confiáveis de produção e custo. Esses fatores impõem limitações práticas à aplicação de modelos matemáticos clássicos, tornando essencial compreender como cada metodologia lida com tais restrições. Além disso, há um descompasso entre os modelos adotados internacionalmente e as normas brasileiras de avaliação e perícia, dificultando a padronização e a aceitação institucional das técnicas utilizadas.

Diante desse cenário, é necessário investigar comparativamente os modelos Measured Mile e MAICO quanto à sua capacidade de gerar estimativas acuradas, robustas e economicamente justificáveis da perda de produtividade e do consequente desequilíbrio econômico-financeiro, considerando os desafios impostos por bases de dados de qualidade variável e os critérios normativos de rastreabilidade exigidos pela ABNT NBR 13752. Assim, formula-se o seguinte problema de pesquisa: Em contratos de obras brasileiras, qual modelo matemático — Measured Mile ou MAICO — fornece estimativas mais acuradas, robustas e economicamente viáveis da perda de produtividade e do consequente desequilíbrio econômico-financeiro, atendendo às exigências de rastreabilidade da ABNT NBR 13752 mesmo quando aplicado a bases de dados de qualidade variável?

3. OBJETIVO

3.1. OBJETIVO GERAL

Comparar, à luz da ABNT NBR 13752, a acurácia, a robustez e a viabilidade econômica dos modelos Measured Mile e MAICO na quantificação da perda de produtividade e do consequente desequilíbrio econômico-financeiro em contratos de obras brasileiras.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Apresentar o conceito de desequilíbrio econômico-financeiro no contexto da construção civil.
- Demonstrar a aplicabilidade da NBR 13752/2024 na condução de perícias que tratam de perdas de produtividade.
- Comparar a eficácia das metodologias MEASURED MILE (AACE 25R-03) e MAICO na valoração de perdas contratuais.
- Aplicar ambas as metodologias a estudos de caso real e apresentar resultados comparativos.
- Propor diretrizes práticas de escolha entre Measured Mile e MAICO, considerando tipo de obra, disponibilidade de registros de produtividade, requisitos normativos e contexto de litígios ou auditorias.

4. JUSTIFICATIVA

A mensuração do desequilíbrio econômico-financeiro em contratos de obras, notadamente quando decorrente de perda de produtividade, constitui desafio recorrente e complexo na atuação de peritos, engenheiros consultores, gestores contratuais e árbitros. Tal desafio é agravado pela ausência de padronização metodológica e pela dificuldade em isolar os fatores causais que impactam negativamente a equação econômico-financeira originalmente pactuada. Nesse contexto, diferentes abordagens vêm sendo utilizadas com o intuito de conferir objetividade, rastreabilidade e legitimidade técnica às análises de impacto.

Entre essas abordagens, destaca-se a metodologia Measured Mile, consagrada internacionalmente e recomendada pela AACE International (RP 25R-03), cujo princípio está fundado na comparação entre frentes de serviços afetadas e não afetadas por eventos disruptivos. Embora eficaz em cenários de desequilíbrios pontuais, sua aplicação se mostra limitada quando os impactos são sistêmicos – característica frequentemente observada em contratos de obras no Brasil, sobretudo naquelas marcadas por atrasos na liberação de áreas, projetos incompletos, alterações contratuais sucessivas e fluxos de execução fragmentados.

Diante dessas limitações, emerge a Metodologia MAICO – Metodologia de avaliação de Impacto em Contrato de Obras, proposta nacionalmente e concebida com base nas premissas da engenharia de produção e da engenharia econômico. A MAICO permite avaliar, por meio de indicadores acumulados e proporcionais, os impactos da extensão de prazo sobre a estrutura de custos da contratada, mesmo quando os fatores de desequilíbrio não possam ser isoladamente quantificados. Trata-se, portanto, de uma metodologia complementar e mais apropriada para contextos de desequilíbrio sistêmico, em conformidade com os princípios da ABNT 13.752 e das diretrizes do IBAPE Nacional.

A justificativa para o presente estudo reside, portanto, na necessidade de demonstrar, de forma comparada, as potencialidades e limitações das metodologias Measured Mile e MAICO, aplicando-se a um caso real, com o intuito de fomentar o debate técnico-científico e contribuir para o aprimoramento dos instrumentos de aferição de perdas de produtividade em contratos de obras. A consolidação de critérios técnicos robustos para a apuração de desequilíbrios contratuais não apenas fortalece a segurança jurídica dos contratos, como também qualifica a atuação pericial e decisória no âmbito judicial, arbitral e administrativo.

5. DESENVOLVIMENTO

5.1. REFERENCIAL TEÓRICO

A base teórica deste estudo está ancorada nos fundamentos da equação econômico-financeira dos contratos administrativos, nas normas técnicas de avaliação de perdas e nos métodos aplicáveis à mensuração de impactos decorrentes de eventos adversos, especialmente a perda de produtividade.

O equilíbrio econômico-financeiro dos contratos administrativos encontra respaldo no art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal de 1988, e nos dispositivos das Leis nº 8.666/1993 e 14.133/2021, que asseguram à contratada a manutenção das condições iniciais de remuneração pactuada. Tal equilíbrio é rompido quando eventos supervenientes, alheios à vontade da contratada e não previsíveis à época da licitação, acarretam majoração dos custos ou redução das receitas contratuais, dando ensejo ao direito de reequilíbrio por meio da recomposição de preços, prorrogação de prazo ou compensação financeira.

No campo técnico-pericial, a ABNT NBR 13.752/2024 estabelece que a avaliação de perdas e danos em contratos de obras deve observar princípios como rastreabilidade, coerência metodológica, aderência documental e nexos de causalidade. Tais princípios também estão presentes nas diretrizes do IBAPE Nacional, que classifica os desequilíbrios contratuais em pontuais – quando os impactos são isoláveis e quantificáveis individualmente – e sistêmicos, quando resultam de múltiplos fatores interdependentes que afetam de forma contínua e difusa o contrato.

A leitura técnica internacional tem como principal referência o método Measured Mile, consolidado pela AACE International (Recommended Practice 25R-03). Este método se baseia na comparação entre a produtividade obtida em períodos com menos interferências externas com aquela apurada quando é afetada por eventos externos. Sua precisão depende da existência de registros confiáveis, comparabilidade de condições e segregação precisa dos fatores interferentes, sendo especialmente eficaz na mensuração de impactos pontuais. No entanto, quando os eventos disruptivos ocorrem de forma fragmentada, contínua ou sem a possibilidade de identificação de frentes de serviços não impactadas, a aplicação do Measured Mile se torna inviável ou limitada. Nessas situações, métodos agregados e sistêmicos se mostram mais adequados.

É nesse contexto que se insere a Metodologia MAICO (Metodologia de Avaliação de Impacto em Contratos de Obras), proposta como alternativa nacional para mensuração de impactos em contratos afetados por desequilíbrios sistêmicos. A MAICO utiliza variáveis macroeconômicas, parâmetros de produtividade executada versus natural, e estrutura de custos diretos e indiretos da contratada, propondo um modelo de apuração proporcional e acumulado, que integra as

variáveis de prazo, composição de custos e extensão contratual. A metodologia fundamenta-se em conceitos de engenharia de produção, planejamento e controle de obras, engenharia econômica e análise de produtividade, oferecendo uma abordagem replicável, auditável e compatível com os princípios de responsabilidade técnica pericial.

Dessa forma, o referencial teórico deste trabalho contempla tanto as bases jurídicas do reequilíbrio contratual quanto as abordagens técnicas de medição de perdas, situando o problema de perda de produtividade no contexto da engenharia legal e da perícia de contratos de obras.

5.2. METODOLOGIA

A avaliação do desequilíbrio econômico-financeiro em contratos de obras exige, conforme preconiza a Norma Técnica para avaliação de Desequilíbrio Econômico-Financeiro em Contratos de Obras e Engenharia (IBAPE Nacional), que serviu de base para o item 6 da ABNT NBR 13752/2024, a análise da equação contratual original e a sua reconstrução por meio de três cenários: (i) o cenário originalmente pactuado (Primeiro Cenário), (ii) o cenário efetivamente executado (Segundo Cenário) e (iii) o cenário reequilibrado (Terceiro Cenário), ou seja, aquele verificado considerando todos os fatores geradores de desequilíbrio que ocorreram durante a execução do contrato.

A correta construção do terceiro cenário – base para apuração de prejuízos decorrentes de perdas de produtividade e de ociosidade de recursos – representa uma das etapas mais críticas do processo avaliativo, pois demanda elevado rigor técnico, rastreabilidade dos dados e fundamentação metodológica sólida. Em diversas situações periciais, especialmente naquelas marcadas por interferências contínuas, frentes intermitentes ou impactos sistêmicos, a simples comparação entre custos reais e contratados não é suficiente para estimar de forma precisa as perdas sofridas.

Nesse contexto, torna-se necessário recorrer a modelagens complementares baseadas em métodos matemáticos e estatísticos, capazes de quantificar as distorções produtivas e os seus reflexos sobre os custos da contratada. Dentre os métodos mais utilizados na prática nacional e internacional, destacam-se:

- A Metodologia Measured Mile, que compara produtividades entre períodos em que as frentes de serviços foram impactadas com um período em que elas foram pouco impactadas, sendo especialmente eficaz em casos de desequilíbrios pontuais, nos quais os fatores interferentes podem ser isolados e quantificados individualmente;

- A Metodologia MAICO – Metodologia de Avaliação de Impacto em Contratos de Obras, desenvolvida como alternativa nacional para a mensuração de desequilíbrios sistêmicos, sendo aplicável mesmo quando não há possibilidade de identificação de áreas de controle afetadas. A MAICO fundamenta-se em parâmetros de produtividade natural, executada e valores acumulados, possibilitando a valoração de impactos em cenários complexos por meio de lógica proporcional acumulada.

A escolha entre os métodos deve considerar as particularidades do contrato, a natureza dos eventos impactantes, a disponibilidade de dados e o tipo de desequilíbrio (pontual ou sistêmico), conforme diretrizes técnicas e princípios estabelecidos pelo IBAPE Nacional. A seguir, apresentam-se os fundamentos técnicos e a aplicação prática de ambas as metodologias, conforme estudo de caso selecionado.

5.2.1 MÉTODO MEASURED MILE

A aplicação da técnica Measured Mile neste estudo teve como ponto de partida a seleção da disciplina de tubulação, por sua representatividade e homogeneidade, sendo considerada apropriada para a comparação interna de produtividade. A partir da consolidação das homem-horas efetivamente consumidas na disciplina e do avanço físico aferido, foi possível construir a curva periódica de produtividade real ao longo do tempo.

Com base nessa curva e no Registro de Eventos – instrumento estruturante da administração contratual que sistematiza os eventos interferentes no desempenho contratual –, identificou-se o intervalo de produção com menor influência de fatores externos, caracterizando o período de referência (Measured Mile). A produtividade média desse intervalo foi adotada como parâmetro de produtividade basal, representando o desempenho esperado em condições normais de execução.

A metodologia permitiu, então, a comparação entre três indicadores-chave: (i) o consumo de mão de obra estimado com base na produtividade basal; (ii) o consumo efetivo apurado com a produtividade real; e (iii) o consumo estimado com base na produtividade originalmente orçada. A partir dessa triangulação, tornou-se possível segregar quantitativamente a perda de produtividade atribuível ao próprio executor (ineficiências internas) daquela decorrente de fatores alheios ao seu controle, usualmente associados à parte contratante ou a eventos externos extraordinários.

A metodologia Measured Mile é internacionalmente reconhecida como uma das abordagens mais robustas e aceitas para a quantificação de perda de produtividade em projetos de construção. Conforme definido pela AACE International no documento Recommended Practice 25R-03, trata-se de uma técnica comparativa baseada em dados reais do próprio projeto, na qual se contrapõem períodos de desempenho menos impactado (“milha medida”) a períodos impactados, buscando mensurar a degradação da produtividade de forma objetiva e direta.

5.2.2 MÉTODO MAICO – METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO DE IMPACTO EM CONTRATOS DE OBRAS

A análise do Desequilíbrio Econômico-Financeiro (DEF) em contratos de obras pode ser realizada por diferentes métodos de quantificação, os quais se distribuem em dois grandes gêneros: o indutivo e o dedutivo. O método indutivo, predominante em análises tradicionais como o Measured Mile Analysis, parte de fatos observados e efeitos documentados, buscando estabelecer o nexo causal entre eventos e prejuízos, limitando o valor do DEF ao que se consegue comprovar objetivamente em registros e evidências. Em contrapartida, o método dedutivo, ao qual se filia a metodologia MAICO, toma como ponto de partida o resultado econômico-financeiro global do contrato, calculando o DEF a partir da diferença entre o desempenho financeiro previsto e o realizado, e tratando as causas apenas para fins de atribuição de responsabilidade, sem permitir que limitem o valor devido.

No contexto da engenharia de custos, o DEF pode se manifestar em qualquer um dos vértices do chamado triângulo das restrições — custo, tempo ou escopo — sendo imprescindível que cada dimensão seja analisada de maneira individualizada. Isso significa que impactos sobre custo, prazo ou escopo não se presumem automaticamente interligados, de modo que o reequilíbrio contratual deve ser promovido de forma específica na dimensão atingida, assegurando precisão na identificação e quantificação dos efeitos.

Outro conceito fundamental é o de produtividade, que corresponde à relação entre a quantidade de produtos ou serviços entregues e os recursos aplicados em sua realização. De acordo com a AACE International e o IBAPE Nacional, produtividade se traduz na razão entre produção e insumos, e a sua perda se caracteriza pelo não atingimento da taxa de produção praticável ou planejada, resultando em maior consumo de recursos para a execução do mesmo escopo. Quando a contratada não alcança a produtividade pactuada, gera-se perda de produtividade e, por consequência, potencial desequilíbrio contratual.

Importa ressaltar que a aferição da perda de produtividade e do próprio DEF está sempre sujeita a um certo grau de subjetividade. Métodos de análise, como destaca a Prática Recomendada 29R-03 da AACE, dependem de julgamento profissional e decisões do especialista, pois envolvem tanto a escolha das abordagens quanto a interpretação dos dados disponíveis. Ainda que se busque objetividade com critérios claros e pesquisa fática diligente, a completa eliminação da subjetividade é impraticável, cabendo ao analista fundamentar seus juízos de modo transparente e tecnicamente rigoroso.

No que se refere à base de custos utilizada para mensurar os impactos, a metodologia MAICO adota o custo orçado (contratado), por oferecer maior objetividade, segurança jurídica e transparência. Diferentemente do custo incorrido, que pode embutir ineficiências da contratada e requer validação minuciosa, o custo orçado representa o valor legitimamente pactuado entre as partes, evitando a transferência de ônus decorrente de má gestão para a contratante e garantindo que apenas custos legítimos sejam considerados no cálculo do DEF.

Além disso, a MAICO fundamenta-se na adoção da métrica financeira como critério central para quantificação da perda de produtividade. Essa métrica consiste na comparação entre os marcos físico-financeiros acumulados previstos e aqueles efetivamente executados, sendo respaldada juridicamente pelo princípio do equilíbrio econômico-financeiro, presente na Constituição Federal e na Lei nº 14.133/2021. Os marcos físico-financeiros não são apenas instrumentos de controle, mas expressão obrigacional e consenso sobre o desempenho esperado do contrato, possuindo eficácia normativa e jurídica. Negar validade à métrica financeira significaria desconsiderar a lógica econômico-jurídica do contrato, já que a produtividade contratual se traduz pela entrega de resultados em relação aos recursos mobilizados, sendo os marcos financeiros a síntese legítima dessa expectativa. Embora a literatura técnica privilegie métodos baseados em produtividade física, admite-se expressamente a adoção de métricas financeiras, desde que devidamente fundamentadas em legitimidade, causalidade e razoabilidade. Portanto, a abordagem adotada pela MAICO alia rigor técnico, respaldo jurídico e objetividade, mesmo diante da inviabilidade dos métodos tradicionais baseados em produtividade física.

5.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.3.1 APRESENTAÇÃO DA MEASURED MILE (EXTRATO DA RP-25R-03)

5.3.1.1 CONCEITO CENTRAL

A lógica fundamental do Measured Mile parte da premissa de que a produtividade alcançada em um trecho da obra em condições normais (com o mínimo de interferências externas ou internas significativas) representa uma linha de base válida para a medição da perda sofrida em outro trecho semelhante, mas afetado por interferências. A comparação ocorre preferencialmente sobre pacotes homogêneos de trabalho – em termos de escopo, recursos e condições de execução.

5.3.1.2 PERÍODOS COMPARADOS

Um dos pontos mais críticos para a aplicação correta do método reside na identificação dos trechos válidos para comparação. Isso envolve análise detalhada da documentação do projeto, como registros de produção, diários de obra, RDOs, curvas de avanço, cronogramas, e logs de interferência.

A escolha do trecho menos impactado (baseline) deve ser feita com extremo rigor, pois a confiabilidade do resultado depende diretamente da representatividade e integridade desses dados. Frequentemente, essa é uma fonte de controvérsia nas arbitragens e processos judiciais, pois a parte adversa tende a questionar a existência de interferências mesmo no período “measured mile”. A AACE recomenda que sejam usados apenas períodos amplamente documentados e sem evidência de eventos disruptivos.

Além disso, é necessário buscar o máximo de similaridade possível entre os trechos comparados – em termos de equipe, metodologia construtiva, condições climáticas, logística, tipo de frente, etc.

5.3.1.3 CONSIDERAÇÕES SOBRE ANÁLISE QUANTITATIVA

Embora a AACE 25R-03 não prescreva formalmente o uso de ferramentas estatísticas, é tecnicamente admissível que, em contextos periciais, se empreguem abordagens quantitativas adicionais para avaliar a confiabilidade da comparação entre os conjuntos de dados. A aplicação complementar de tais técnicas pode contribuir para reforçar a robustez da conclusão, desde que os dados sejam suficientemente representativos e adequadamente tratados.

5.3.1.4 VANTAGENS DO MESURED MILE

- Baseado em dados reais do projeto: evita suposições genéricas ou benchmarks externos.

- Ampla aceitação internacional: é o método preferido pela AACE, SCL (Delay and Disruption Protocol) e IBAPE.
- Simples e direto, desde que os dados estejam bem documentados.
- Alta confiabilidade técnica, quando adequadamente aplicado.

5.3.1.5 DESVANTAGENS E LIMITAÇÕES

- Alta dependência de registros confiáveis: muitos projetos não mantêm controle detalhado suficiente para aplicação.
- Dificuldade em encontrar trechos totalmente não impactados: em obras com interferência contínua, o método perde precisão.
- Limitações em projetos muito curtos ou com escopos não repetitivos.
- Não captura causas múltiplas concorrentes com precisão: em situações com sobreposição de fatores (clima, logística, atraso no suprimento), o método pode superestimar ou subestimar o impacto de cada causa.

5.3.1.6 COMPARAÇÃO COM OUTROS MÉTODOS (AACE/SCL)

Critério	Measured Mile	Métodos Modelados (AACE 24R-03, 58R-06)	Fórmulas Estimativas (IBAPE, SCL)
Base técnica	Dados reais do projeto	Modelagens estatísticas e paramétricas	Regras práticas ou empíricas
Requisitos de dados	Altos	Muito altos	Baixos
Rigor e confiabilidade	Alta (se bem aplicado)	Muito alta (mas mais complexa)	Média a baixa
Aceitação em litígios	Alta	Alta (em projetos complexos)	Questionável
Quantificação direta de perda	Sim	Sim	Não
Custos de aplicação	Baixo a médio	Alto (demanda especialistas e software)	Muito baixo

A AACE classifica o Measured Mile como uma das abordagens "Tier 1" de confiabilidade (ou seja, as mais robustas), desde que respeitados os critérios de validade dos dados.

5.3.2 APRESENTAÇÃO DA MAICO

5.3.2.1 CONCEITUAÇÃO DO MÉTODO MAICO

Diante dos fundamentos previamente apresentados, o MAICO – Metodologia de Avaliação de Impacto em Contrato de Obras se consolida como um método estruturado e inovador para avaliação, mensuração e quantificação de impactos em contratos de obras públicas ou privadas, especialmente nos casos de perda de produtividade e desequilíbrio econômico-financeiro. O grande diferencial do MAICO está em elevar o grau de objetividade e reduzir a subjetividade no processo de apuração, sobretudo ao tratar a definição da produtividade natural da contratada de forma técnica e fundamentada.

A operacionalização do MAICO inicia-se pela verificação da possibilidade de identificar a produtividade natural da contratada, conceito que expressa o desempenho alcançado quando o contrato está livre de impactos externos, sejam eles decorrentes de ações do contratante ou de eventos de força maior. Para tanto, o método compara segmentos das curvas acumuladas de desempenho (planejada x executada), delimitando os períodos por meio da técnica do prazo agregado. Essa análise é apoiada por testes estatísticos de igualdade, o que diminui substancialmente o grau de subjetividade, destacando a MAICO do método Measured Mile tradicional.

Se não for possível isolar segmentos não impactados para aferição da produtividade natural, utiliza-se como referência a produtividade baseline, aquela prevista originalmente no planejamento contratual. A quantificação da perda de produtividade é, então, realizada por meio da comparação entre o desempenho real obtido e aquele que seria esperado a partir da produtividade natural ou, em último caso, da baseline. O cálculo toma como base o custo contratado e os marcos físico-financeiros acumulados, o que confere objetividade, rastreabilidade e plena aderência ao regime jurídico vigente.

A expressão geral do valor da perda de produtividade pela MAICO é a seguinte:

$$V_{ppMAICO} = \frac{V_t * (\%MO + \%EQ)}{(1 + BDI)} * \frac{\Delta t}{PA}$$

Onde:

- $V_{ppMAICO}$: Valor da perda de produtividade pela MAICO
- V_t : Valor total executado
- Δt : tempo de ociosidade da mão de obra e dos equipamentos durante o prazo de execução t_f
- PA : Prazo Agregado de V_t (tempo em que V_t deveria ter sido executado)

- %MO; %Eq: participação percentual da mão de obra e do equipamento no custo total planejado
- BDI: percentual de Benefício ou Despesa Indireta conforme contratado

Por todo o exposto, admite-se que o método MAICO fornece ao perito, gestor ou árbitro um instrumento tecnicamente robusto, juridicamente seguro e metodologicamente transparente para aferição de perdas contratuais e reequilíbrio econômico-financeiro, alinhando-se aos princípios da boa administração pública e às melhores práticas da engenharia de custos.

5.3.3 DESEQUILÍBRIOS PONTUAIS

De acordo com a Norma Técnica para Avaliação de Desequilíbrio Econômico-Financeiro em Contratos de Obras (IBAPE Nacional), temos:

"Situação em que os impactos podem ser isolados, identificados e quantificados individualmente, permitindo o estabelecimento de nexos de causalidade direto com um ou mais eventos específicos que alteraram a equação econômico-financeira do contrato."

Interpretação técnica:

- São eventos específicos, localizados e delimitáveis no tempo e no escopo contratual.
- Podem ser mensurados individualmente, sem a necessidade de análise complexa de interações entre eventos.
- Permitem aplicação de metodologias analíticas clássicas, como Measured Mile, linha de balanço, ou análise de produtividade comparativa por frente de serviço.

Exemplos:

- Paralisação de um único serviço por falta de licença ambiental.
- Atraso no fornecimento de um insumo crítico por parte do contratante.
- Alteração unilateral de projeto em uma fase específica da obra.

5.3.4 DESEQUILÍBRIOS SISTÊMICOS

De acordo com a Norma Técnica para Avaliação de Desequilíbrio Econômico-Financeiro em Contratos de Obras (IBAPE Nacional), temos:

"Situação em que os impactos decorreram da sucessão de eventos diversos, interdependentes ou não, que afetaram a contratada de forma difusa, contínua ou reiterada ao longo da

execução do contrato, dificultando a quantificação isolada dos efeitos de cada evento."

Interpretação técnica:

- Caracteriza-se por impactos generalizados e cumulativos ao longo do tempo.
- Resultam de múltiplos fatores, recorrentes ou sobrepostos, gerando perda de produtividade e aumento de custos.
- Exigem abordagem global ou sistêmica, como o método MAICO ou outros modelos de análise agregada (ex.: análise fatorial, regressão de impactos, séries temporais acumuladas).

Exemplos:

- Execução com frentes intermitentes devido à falta de desapropriação, licenças e liberação de recursos.
- Projetos incompletos ou mal coordenados ao longo de todo o contrato.
- Reprogramações sucessivas que impedem fluxo contínuo de execução.

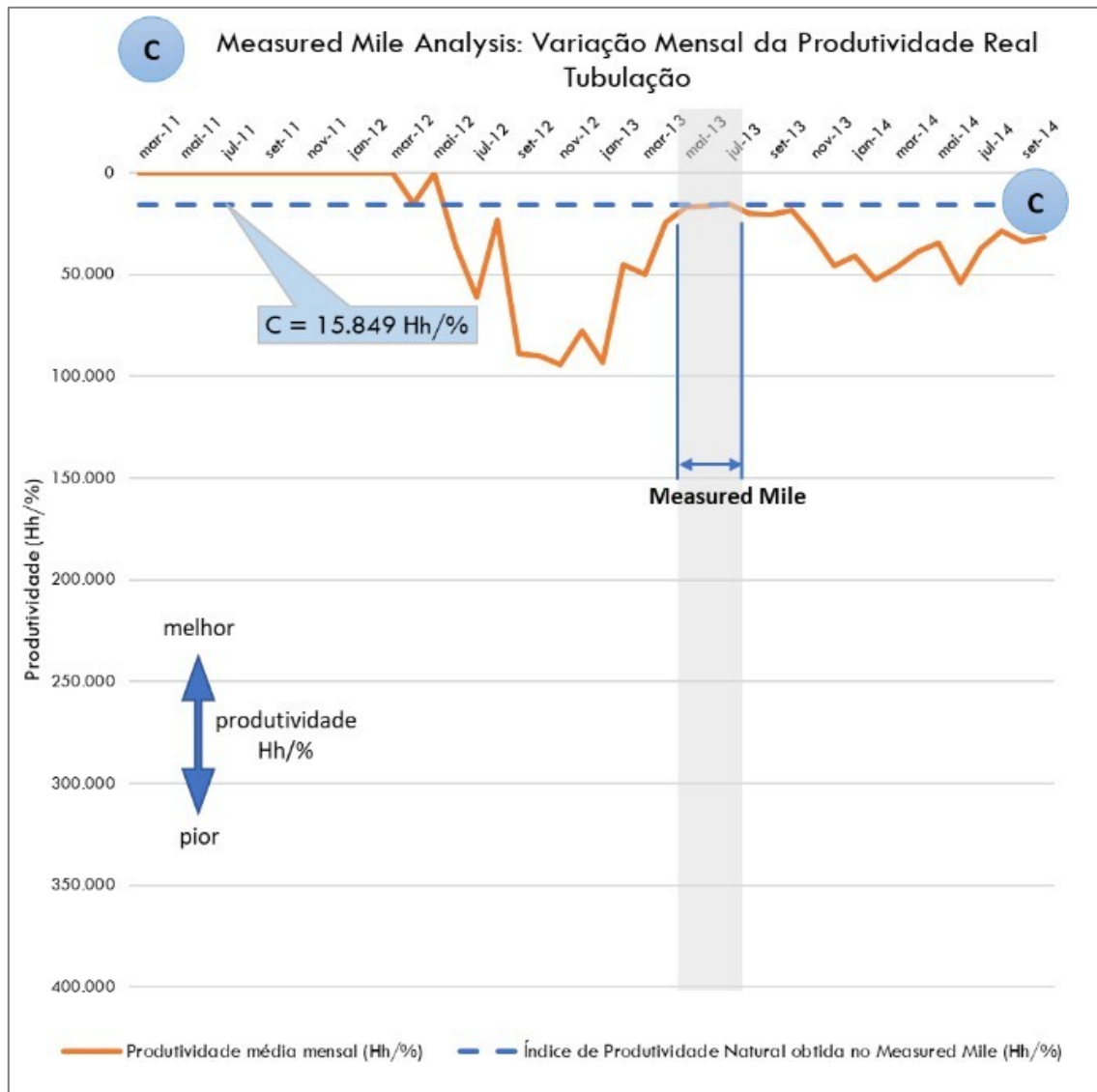
5.4. APRESENTAÇÃO DE DOIS ESTUDOS DE CASO

5.4.1 ESTUDO DE CASO RESOLVIDO PELA METODOLOGIA MEASURED MILE

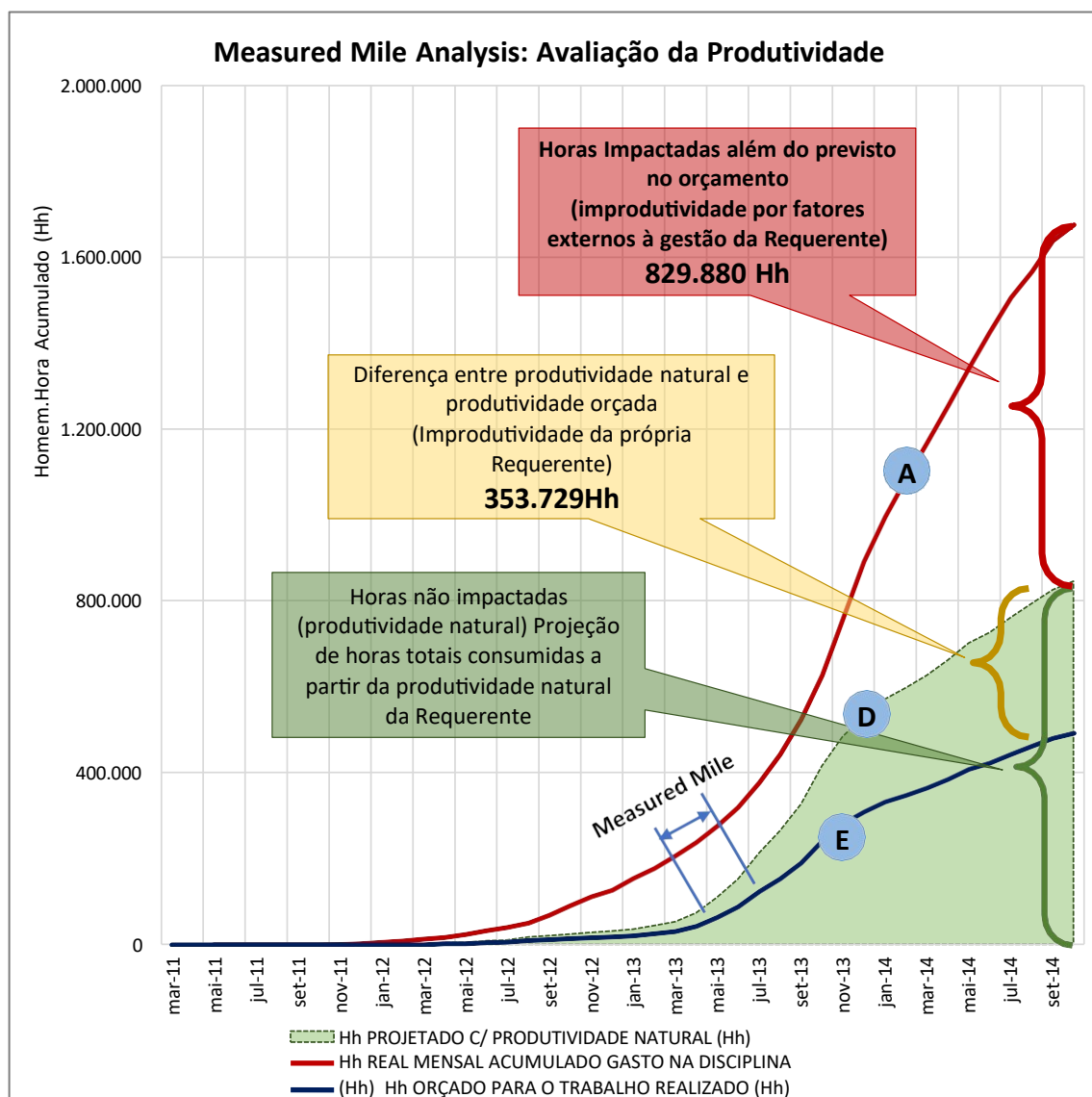
Aplicação da Técnica.

No estudo de caso analisado, avaliou-se a perda de produtividade da disciplina de tubulação em uma unidade industrial de grande porte. O projeto apresentou significativa degradação de produtividade ao longo de sua execução, sendo constatado, a partir da documentação técnica e contratual disponível, que os impactos decorreram de responsabilidades concorrentes entre Contratante e Executante. O principal desafio do parecer técnico consistiu na apuração quantitativa da parcela atribuível a cada parte sobre o total de homem-horas perdidas — ou seja, a diferença entre as horas efetivamente consumidas (hh real) e as horas previstas em condições normais de produtividade (hh previsto).

O gráfico abaixo ilustra a produtividade periódica da disciplina, expressa em termos de horas-homens por ponto percentual de avanço físico (hh/%). A definição do período a ser adotado como Measured Mile se baseou na identificação de um intervalo de produção em que a produtividade do Executante estivesse com menos interferências atribuíveis à Contratante. Este trecho de referência constitui o padrão comparativo (produtividade basal), contra o qual os demais períodos impactados foram analisados para mensuração da perda de eficiência operacional.



O gráfico a seguir reúne as curvas de Hh acumulado real (vermelho), Hh orçado para o trabalho realizado (conceito BCWP da EVA) (azul) e o Hh projetado na produtividade natural para o trabalho realizado (verde tracejado).



Na hipótese analisada, a aplicação da técnica Measured Mile permitiu identificar, com base na curva de produtividade e no cruzamento com os eventos registrados, um total de 829.880 homem-horas impactadas por fatores alheios à responsabilidade do Executante, e 353.729 homem-horas atribuíveis à improdutividade própria, quando comparadas aos parâmetros originalmente orçados. Neste estudo de caso, o Executor teve 29,88% de improdutividade própria.

A principal contribuição da metodologia Measured Mile, nesse contexto, está na capacidade de segregar, de forma objetiva e fundamentada, as parcelas de perda de produtividade decorrentes de ineficiências internas da contratada e aquelas causadas por terceiros. Com isso, a técnica viabiliza, em um único

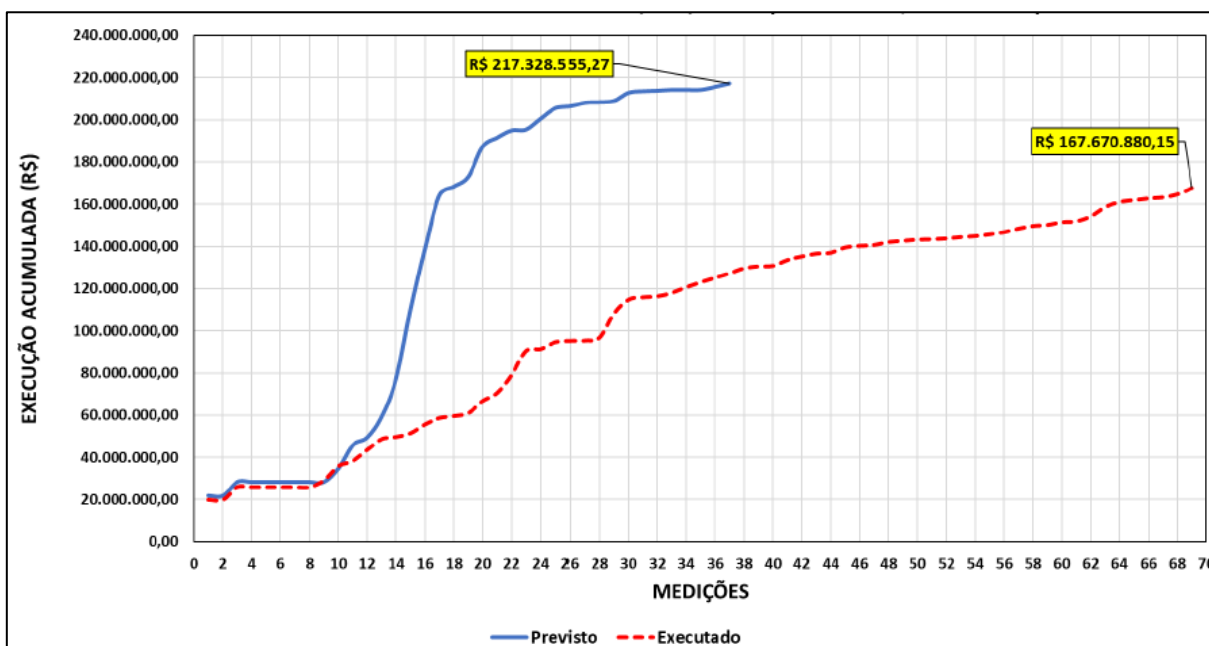
processo analítico, tanto a quantificação das perdas quanto o rateio de responsabilidades, fornecendo insumos robustos para o equacionamento econômico-financeiro do contrato.

5.4.2 ESTUDO DE CASO RESOLVIDO PELA METODOLOGIA MAICO

Este estudo de caso tem por objetivo ilustrar a aplicação da Metodologia MAICO na valoração de desequilíbrio econômico-financeiro (DEF) decorrente de perda de produtividade em contrato de obra pública. Para isso, reproduz-se uma situação hipotética modelada a partir de um caso real periciado, em que a extensão de prazo resultou na permanência adicional de mão de obra e equipamentos, gerando custos não absorvidos pelo contrato original.

5.4.2.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

O contrato em análise trata da implantação de sistemas eletromecânicos em ambiente ferroviário urbano. As obras, inicialmente previstas para 36 meses, sofreram extensão até o 70º mês, totalizando 34 meses adicionais, atribuídos a fatores externos alheios à contratada.



O gráfico colacionado acima apresenta duas curvas, a curva em azul, representa a forma que inicialmente o contrato foi planejado e pactuado entre as partes, ou seja, o valor inicialmente pactuado do contrato foi de R\$217.328.555,27

e o prazo de execução de 36 meses. Já a curva em vermelho, representa a forma que o contrato foi executado e o valor que o contrato atingiu durante a sua execução, R\$167.670.880,15 em um período de 70 meses.

5.4.2.2 ETAPAS DA METODOLOGIA MAICO APLICADAS AO CASO

a) Análise da Produtividade Executada

A produtividade média executada foi obtida com base nas medições efetivas realizadas entre os meses 09 e 12, resultando em:

- Valor Executado (VE): R\$7.778.381,15
- Tempo Gasto (TG): 5 meses
- Produtividade Executada (PE):

$$PE = \frac{VE}{TG}$$

$$PE = \frac{R\$7.778.381,15}{5}$$

$$PE = R\$1.555.676,23/mês$$

b) Análise da Produtividade Natural

Foi estabelecido que a produtividade natural da contratada seria representada por medições em condições sem interferências anômalas, resultando na seguinte estimativa:

Valor Natural Executado (VNE): R\$8.474.914,42
Tempo Gasto Naturalmente (TGN): 3 meses
Produtividade Natural (PN);

$$PN = \frac{VNE}{TNG}$$

$$PN = \frac{R\$8.474.914,42}{3}$$

$$PN = R\$2.824.971,47/mês$$

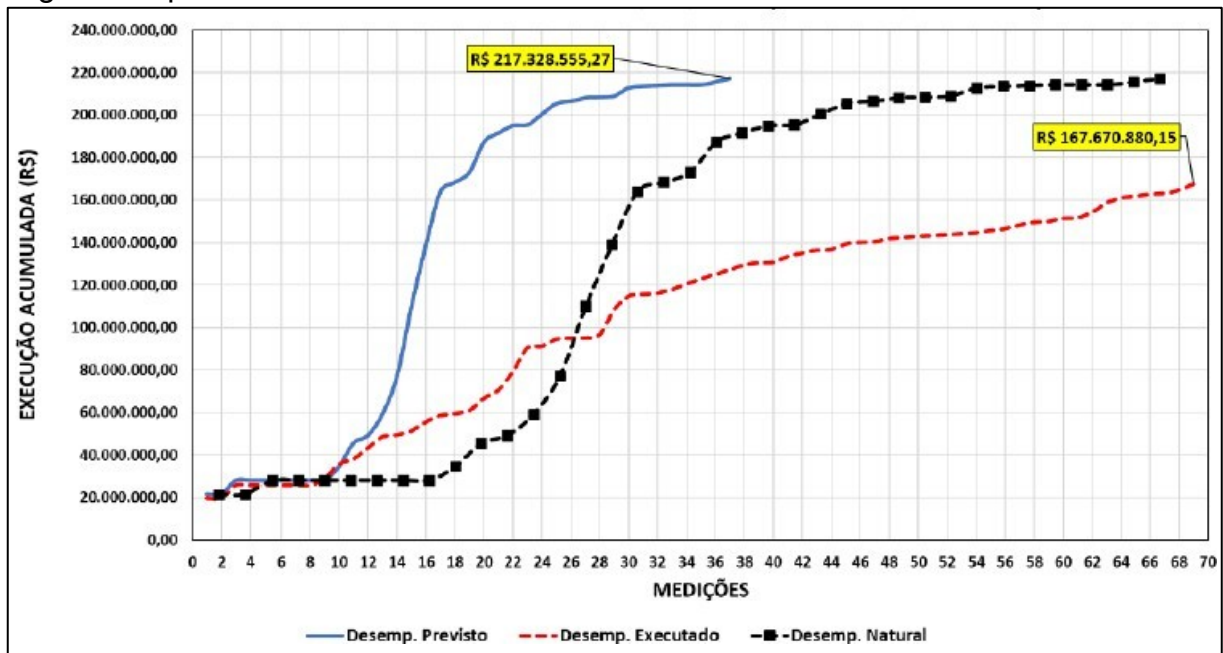
c) Cálculo do Fator de Desempenho Natural (FDN)

$$FDN = \frac{PE}{PN}$$

$$FDN = \frac{R\$1.555.676,23}{R\$2.824.971,47}$$

$$FDN = 0,5507$$

A aplicação desse desempenho natural no contexto contratual equivale a adotar uma nova baseline, dessa feita com o real desempenho da contratada e não mais aquele planejado. Gráficamente, a configuração das curvas assume o seguinte aspecto:



O desempenho natural está deslocado do desempenho planejado devido ao Fator de desempenho natural do Consórcio. A primeira consequência que se observa é que, caso não houvesse nenhum impacto no contrato, ou seja, inexistindo as causas extraordinárias, o próprio desempenho natural do Consórcio seria responsável por um atraso estimado em ≈ 13 meses (medição 17 a medição 30), referente ao montante executado de R\$ 167,7 mi. Para efeitos contratuais, o atraso final continuará sendo a diferença entre o planejado e o executado, pois assim acordaram as partes; todavia, para fins de mensuração do impacto dessa improdutividade decorrente exclusivamente do desempenho do Consórcio, a comparação será entre o seu desempenho natural e o desempenho realizado. As duas curvas de interesse passam a ser então a do desempenho natural (linha traço-ponto, cor preta) e a do desempenho realizado (tracejada, cor vermelha).

d) Apuração do Valor da perda de produtividade - VppMAICO

A metodologia MAICO recomenda a valoração do impacto com base na equação:

$$V_{ppMAICO} = \frac{V_t * (\%MO + \%EQ)}{(1 + BDI)} * \frac{\Delta t}{PA}$$

Parâmetros do caso:

- Valor da perda de produtividade através da MAICO ($V_{ppMAICO}$): ?
- Valor total acumulado até o fim do contrato (V_t): R\$167.670.880,15
- Prazo adicional não absorvido (Δt): 34 meses
- Prazo agregado ou prazo contratual (PA): 70 meses
- Percentual de mão de obra direta (%MO): 0,39
- Percentual de equipamentos (%EQ): 0,08
- Bonificação e despesas indiretas (BDI): 0,24

Desta forma, temos:

$$V_{ppMAICO} = \frac{V_t * (\%MO + \%EQ)}{(1 + BDI)} * \frac{\Delta t}{PA}$$

$$V_{ppMAICO} = \frac{R\$167.670.880,15 * (0,39 + 0,08)}{(1 + 0,24)} * \frac{34}{70}$$

$$V_{ppMAICO} = R\$78.805.313,67 * 0,4857$$

$$V_{ppMAICO} = R\$38.275.740,85$$

6. CONCLUSÃO

A mensuração de perdas de produtividade em contratos de obras públicas, especialmente aquelas que afetam a equação econômico-financeira pactuada, constitui um desafio de elevada complexidade e impacto. O presente trabalho alcançou plenamente seu objetivo central ao demonstrar, por meio de um estudo de caso real, a aplicação integrada das metodologias Measured Mile e MAICO como instrumentos de suporte à avaliação de desequilíbrio contratuais decorrentes da perda de produtividade.

No âmbito dos objetivos específicos, o artigo evidenciou as potencialidades e limitações da metodologia Measured Mile, destacando sua efetividade em contextos em que os eventos de interferência são pontuais, isoláveis e onde se pode identificar com clareza uma frente de produção não impactada. Contudo, também ficou demonstrado que, diante da realidade de muitos contratos de obras brasileiros – marcados por alterações contínuas de escopo, frentes intermitentes e interferências sobrepostas – a aplicação exclusiva desse método se mostra insuficiente ou tecnicamente inviável.

Nesse cenário, a adoção da metodologia MAICO revelou-se adequada e tecnicamente robusta para quantificação dos efeitos sistêmicos sobre a produtividade da contratada, possibilitando a construção de um cenário natural

acumulado que respeita os princípios da proporcionalidade, rastreabilidade e coerência metodológica, conforme preconizado pela Norma Técnica do IBAPE Nacional. A MAICO demonstrou, ainda, capacidade de dialogar com os parâmetros normativos e jurisprudências exigidos em ambientes periciais, judiciais e arbitrais.

Assim conclui-se que a utilização combinada e crítico de diferentes metodologias – especialmente o Measured Mile e o MAICO – contribui significativamente para o avanço técnico na análise de desequilíbrios econômicos-financeiros em contrato de obras, promovendo maior precisão na valoração de danos, transparência na construção de cenários periciais e segurança jurídica nas tomadas de decisão. O estudo aqui apresentado, constitui, portanto, uma contribuição efetiva à engenharia legal, à perícia técnica e a boa prática contratual na Administração Pública

7. BIBLIOGRAFIA

Referências internacionais

1. **AACE INTERNATIONAL.** *Recommended Practice No. 25R-03: Estimating Lost Labor Productivity in Construction Claims.* Morgantown: AACE International, 2022. [Alpha Three](#)
2. **AACE INTERNATIONAL.** *Recommended Practice No. 29R-03: Forensic Schedule Analysis.* Morgantown, WV, USA, 2011.
3. **NAJAFI, M.; et al.** Advanced Measured Mile Method Using GMM. *International Journal of Construction Engineering and Management*, v. 12, n. 2, p. 1-15, 2023. [ResearchGate](#)
4. **LI, S.** *Proposed Improvements to the MCAA Method for Quantifying Loss of Productivity in Construction.* 2021. 193 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) — University of California, Berkeley, 2021. [eScholarship](#)
5. **GAILLE, N.; HARRIS, P.** Contractual Approaches for Allocating the Risk of Productivity Loss in Major Projects. *Journal of Legal Affairs and Dispute Resolution in Engineering and Construction*, v. 17, n. 1, p. 231-253, 2025. [EBA](#)
6. **KATZ, J.; Malfeld, M.; RANKINS, L.; et al.** Decoding the Mystery of Productivity Claims. *Proceedings of the American Bar Association Construction Forum*, p. 1-22, 2022. [AGC](#)
7. **AACE INTERNATIONAL.** *Recommended Practice No. 24R-03: Schedule Quantitative Risk Analysis (QRA).* Morgantown, WV: AACE, 2003.
8. **AACE INTERNATIONAL.** *Recommended Practice No. 58R-06: Identifying the Impact of Changed Conditions on Projects.* Morgantown, WV: AACE, 2006.
9. **SOCIETY OF CONSTRUCTION LAW.** *Delay and Disruption Protocol.* 2. ed. Oxfordshire: SCL, 2017.

Referências nacionais

1. **INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA (IBAPE).** *Norma Técnica para Avaliação do Desequilíbrio Econômico-Financeiro de Contratos de Obras de Engenharia.* São Paulo: IBAPE, 2014. ibape-nacional.com.br
2. **IBAPE.** *Diretrizes para Análise de Produtividade em Perícias de Engenharia.* 2. ed. São Paulo: IBAPE, 2022. [Biblioteca IBAPE Nacional](http://BibliotecaIBAPE.Nacional)
3. **BERNARDES, E. G.** Claim: perícias em custos de obras públicas: equilíbrio econômico-financeiro. 3. ed. São Paulo: Leud, 2015.
4. **BERNARDES, E. G.** et al. Administração Contratual e Claim: coexistência pacífica dos aspectos jurídicos e de engenharia em obras. São Paulo: Pini, 2015.
5. **GUIDI, J. E.** Metodologia de reequilíbrio de obras públicas: revisão e proposta de aprimoramento. Brasília: IBAPE, 2022. Zênite
6. **KRUK, P.** Desequilíbrio econômico em contratos de construção civil. In: *Anais do Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias (COBREAP).* São Paulo: IBAPE, 2019. ibape-nacional.com.br
7. **SANTOS, C. A. A.; SANTOS, M. A.** Avaliação do Desequilíbrio Econômico-Financeiro em Contratos Públicos de Engenharia: panorama legal e ferramentas de avaliação. In: *XVIII Congresso Nacional de Excelência em Gestão (CNEG 2024).* Niterói: PUC-Rio, 2024. ResearchGate
8. **IBAPE.** *Diretrizes de Boas Práticas sobre Conflitos em Perícias de Engenharia.* São Paulo: IBAPE Nacional, 2020.
9. **CAMPOS, Antoniel.** MAICO – Metodologia de Avaliação de Impacto em Contratos de Obras. XXII COBREAP – Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias, 2023.
10. **LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade.** Fundamentos de metodologia científica. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.
11. **BRASIL.** Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: [data de acesso].
12. **BRASIL.** Lei nº 14.133, de 1º de abril de 2021. Institui a nova Lei de Licitações e Contratos Administrativos. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/L14133.htm. Acesso em: [data de acesso].