

**DIRETRIZES
PARA
ANÁLISE DE
PRODUTIVIDADE
EM PERÍCIAS
DE ENGENHARIA**

2021



IBAPE NACIONAL
Instituto Brasileiro de Avaliações
e Perícias de Engenharia

DIRETRIZES PARA ANÁLISE DE PRODUTIVIDADE EM PERÍCIAS DE ENGENHARIA

2021

Clémenceau Chiabi Saliba Júnior
Presidente do IBAPE Nacional

Octavio Galvão Neto
Engenheiro Civil & Coordenador do GT

EDIÇÃO 01 - NOV 2021



IBAPE NACIONAL
Instituto Brasileiro de Avaliações
e Perícias de Engenharia

Sumário

1. APRESENTAÇÃO	5
1.1. AUTORES	6
2. OBJETIVO	7
3. CONCEITOS GERAIS	8
3.1. CONDIÇÕES PREVISTAS X REALIDADE NA EXECUÇÃO	8
3.2. PRODUTIVIDADE	11
3.2.1. <i>Produtividade</i>	11
3.3. OCIOSIDADE	12
3.4. ACELERAÇÃO / MITIGAÇÃO DE ATRASO	14
3.5. CADENCIAMENTO (PACING)	15
3.6. EVENTOS (ATRASOS, PARALISAÇÃO, SUSPENSÃO)	16
3.7. IMPACTO DAS CHUVAS	17
3.7.1. <i>Fator de Retomada</i>	18
3.7.2. <i>Deslocamento das atividades do Cronograma da Obra para o período mais úmido</i>	19
3.8. DISRUPTION	19
4. REGISTROS DO DESENVOLVIMENTO DA OBRA	21
4.1. INTRODUÇÃO	21
4.2. DIÁRIO DE OBRA	22
4.2.1. <i>Diários de Obras – Fornecedores ou Parceiro</i>	23
4.3. RELATÓRIO FOTOGRÁFICO	23
4.4. ATAS DE REUNIÃO INTERNAS E EXTERNAS (CLIENTE, PARCEIROS E FORNECEDORES)	23
4.5. CORRESPONDÊNCIAS OU CARTAS	23
4.6. OBSERVAÇÕES IMPORTANTES	24
4.7. CONCLUSÃO	24
5. IDENTIFICAÇÃO DA PERDA DE PRODUTIVIDADE E DO NEXO CAUSAL	25
5.1. IDENTIFICAÇÃO DA PERDA DE PRODUTIVIDADE	26
5.2. OS “DADOS DE ENTRADA”	26
5.2.1. <i>Na falta de dados de entrada</i>	27
5.3. CAUSAS DA PERDA DE PRODUTIVIDADE	27
5.4. IDENTIFICAÇÃO DO NEXO CAUSAL DA PERDA DE PRODUTIVIDADE	28
5.5. METODOLOGIA PERICIAL PARA IDENTIFICAÇÃO DO NEXO CAUSAL DA PERDA DE PRODUTIVIDADE	30

5.6. METODOLOGIA PERICIAL PARA IDENTIFICAÇÃO DE RESPONSABILIDADES CONCORRENTES EM RELAÇÃO AO NEXO CAUSAL DA PERDA DE PRODUTIVIDADE NA PERÍCIA DE ENGENHARIA	31
6. QUANTIFICAÇÃO DA PERDA DE PRODUTIVIDADE	32
6.1. CRITÉRIOS OBJETIVOS	32
6.2. CONCOMITÂNCIA	32
6.3. METODOLOGIAS	32
6.3.1. <i>Produtividade Natural (Measured Mile)</i>	32
6.3.1.1. <i>A causa raiz da perda de produtividade</i>	32
6.3.1.2. <i>Investigação da atividade não impactada</i>	33
6.3.1.3. <i>Investigação da atividade impactada</i>	33
6.3.1.4. <i>Ajustes necessários para comparação</i>	33
6.3.2. <i>Análise de Valor Agregado/Análise de Prazo Agregado</i>	33
6.3.2.1. <i>Análise de Valor Agregado (AVA)</i>	33
6.3.2.2. <i>Análise de Prazo Agregado (APA)</i>	37
6.3.3. <i>Referências de fatores gerais</i>	39
6.3.4. <i>Fatores que afetam a produtividade da mão de obra – MCAA</i>	40
6.3.4.1. <i>Introdução</i>	40
6.3.4.2. <i>O que é</i>	41
6.3.4.3. <i>Como usar os Fatores MCAA</i>	43
6.3.4.4. <i>Perda de produtividade de mão de obra</i>	43
6.3.4.5. <i>Impacto no cronograma do projeto</i>	43
6.3.4.6. <i>Precificando retroativamente as perdas de produtividade</i>	44
6.3.4.7. <i>As horas de trabalho que “deveriam ter sido gastas” em cálculo retroativo de perda de produtividade</i>	46
6.3.4.8. <i>Verificação do Método de Custo Total Modificado dos cálculos de perda de produtividade</i>	47
6.3.4.9. <i>Aceitação dos Tribunais dos cálculos de perda de produtividade</i>	47
6.3.4.10. <i>Conclusão</i>	47
6.3.5. <i>Custo total</i>	47
7. REFERÊNCIAS DE PRODUTIVIDADE	49
8. BIBLIOGRAFIA	50

1. APRESENTAÇÃO

O Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia – Entidade Federativa Nacional – IBAPE Nacional tem a grata satisfação de oferecer aos profissionais de diversas áreas da engenharia, com atuação em disputas relacionadas a causas e consequências de impactos no desenvolvimento de obras de Construção Civil e Montagens Eletromecânicas, a primeira referência técnica brasileira para análises de questões relativas à Produtividade.

Trata-se de um trabalho original, que, por mais de um ano, mobilizou uma Comissão constituída por sete profissionais com larga experiência, tanto na execução de obras, quanto na elaboração de perícias de engenharia, em especial em perícias com foco na avaliação de impactos em contratos de obras e serviços de Construção Civil.

Diretrizes para Análise de Produtividade em Perícias de Engenharia não se propõe a ter um caráter normativo, mas sim a sedimentar conceitos – como Produtividade e Ociosidade, entre outros – e a prover o profissional que atua em perícias de informações fundamentais para o embasamento de seus trabalhos técnicos, como parâmetros para identificação da perda de produtividade e do respectivonexo causal, bem como critérios e métodos para sua quantificação.

É bem conhecida a dificuldade por todos enfrentada na elaboração de trabalho pericial que envolva cálculo ou estimativa de perda de produtividade – tema, aliás, cada vez mais recorrente – caracterizado pela análise a posteriori de dados, que, no mais das vezes, não se encontram no rol documental produzido ao longo da execução das obras.

Não escapou à Comissão a importância de identificar registros acerca das bases e condições das contratações e daqueles que devem ser produzidos durante o desenvolvimento das obras e que são as fontes das informações necessárias para a realização de estudos e de referências indispensáveis para a quantificação da produtividade e para o balizamento de avaliações e exames.

A literatura técnica brasileira tem sido enriquecida ano a ano por contribuições individuais e coletivas, geradoras de aprimoramento técnico nas perícias de engenharia, cada vez mais complexas e sofisticadas. Estas **Diretrizes** certamente constituem uma notável contribuição para o avanço da qualidade dos trabalhos periciais e, por conseguinte, para maior segurança de decisões e julgamentos judiciais e arbitrais em litígios que envolvam obras e serviços de Construção Civil e Montagens Eletromecânicas.

1.1. AUTORES

Clemenceau Chiabi Saliba Júnior
Edson Garcia Bernardes
Eduardo Tadeu Possas Vaz de Mello
José Antoniel Campos Feitosa
Luis Otavio Pasquale Rosa
Luiz Fernando Alongi
Luiz Gonzaga de Arruda Neto
Octavio Galvão Neto
Ricardo Simplício da Silva

2. OBJETIVO

Estas Diretrizes têm por objetivo fornecer conceitos e subsídios para análises de impactos associados à perda de produtividade, suas causas e consequências, em obras e serviços de Construção Civil e Montagens Eletromecânicas.

3. CONCEITOS GERAIS

3.1. CONDIÇÕES PREVISTAS X REALIDADE NA EXECUÇÃO

Independentemente do tipo de empreendimento, contratos de obras de construção civil e de montagens eletromecânicas têm como referência fundamental o escopo a ser executado, em consonância com as definições estabelecidas pelo contratante, que podem ser mais ou menos detalhadas, dependendo dos elementos oferecidos aos proponentes na fase licitatória ou na tomada de preços.

Além do escopo, outros fatores também são referências importantes para estabelecer as condições que deverão ser atendidas pelo executante após a contratação. Prazo, custo, qualidade, recursos a serem mobilizados e riscos são os mais relevantes, e se assemelham às restrições previstas no PMBOK¹ (6ª Edição) que delimitam os contornos do Projeto, com o objetivo de garantir seu sucesso. Esse conjunto de referências, além de embasar a fixação do preço, está também associado ao planejamento financeiro – previsão do fluxo de caixa – e a outros pressupostos como, por exemplo, o estabelecimento de planos de ataque.

O ponto de partida do planejamento e da orçamentação de uma obra de engenharia é a quantificação do que deve ser feito, em qual prazo e com que qualidade. Exceção feita às obras contratadas na modalidade EPC², o mais comum é que se disponha de um Projeto Básico³ ou, eventualmente, de um projeto já detalhado no nível Executivo, a partir do qual são extraídas as quantidades de serviços a executar.

Para alguns autores, o orçamento é a peça-chave de um processo licitatório e, em conjunto com o planejamento, a mais valiosa ferramenta para negociação e contratação, pois é neles que estão consideradas todas as restrições e premissas vislumbradas para a execução daquela obra.

Nesse sentido, é certo que o alinhamento entre os custos estimados pelo orçamentista e os custos reais da obra está em muito vinculado ao nível de maturidade das definições do projeto, sendo certo que não são incomuns situações em que, mesmo com algum grau de detalhamento avançado, o objeto sofra alterações significativas que ordinariamente repercutem no custo e no prazo real.

A Prática Recomendada nº 17R-97 da AACE® *International*⁴ apresenta uma classificação, com cinco classes estimativas, que associa o nível de maturidade do projeto à faixa de precisão esperada e ao esforço dedicado para sua elaboração, estando o primeiro diretamente correlacionado com: *a definição do escopo, documentos necessários, especificações, planos e cronogramas, desenhos técnicos, cálculos, ensinamentos obtidos com projetos anteriores, dados de reconhecimento e outras informações que deverão ser desenvolvidas para a definição do projeto.*

O nível de maturidade dos documentos do projeto impacta diretamente na precisão da estimativa, como se verifica na tabela a seguir, extraída da Prática Recomendada no 56R-08 da AACE® *International*, que trata de *Cost Estimate Classification System – as applied for the building and general construction industries.*

¹ O guia *Project Management Body of Knowledge (PMBOK)* é um conjunto de práticas na gestão de projetos organizado pelo instituto PMI e é considerado a base do conhecimento sobre gestão de projetos por profissionais da área.

² *Engineering, Procurement and Construction.*

³ A definição ou conceituação do que é Projeto Básico pode ser encontrada na Lei 8.666/93, artigo 6º, e na Resolução no 361/91 do Conselho Federal de Engenharia e Agronomia.

⁴ Associação para o Desenvolvimento da Engenharia de Custos.

ESTIMATE CLASS	Primary Characteristic	Secondary Characteristic		
	MATURITY LEVEL OF PROJECT DEFINITION DELIVERABLES Expressed as % of complete Definition	END USAGE Typical purpose of estimate	METHODOLOGY Typical estimating method	EXPECTED ACCURACY RANGE Typical variation in low and high ranges ^[a]
Class 5	0% to 2%	Functional area, or concept screening	SF or m ² factoring, parametric models, judgment, or analogy	L: -20% to -30% H: +30% to +50%
Class 4	1% to 15%	or Schematic design or concept study	Parametric models, assembly driven models	L: -10% to -20% H: +20% to +30%
Class 3	10% to 40%	Design development, budget authorization, feasibility	Semi-detailed unit costs with assembly level line items	L: -5% to -15% H: +10% to +20%
Class 2	30% to 75%	Control or bid/tender, semi-detailed	Detailed unit cost with forced detailed take-off	L: -5% to -10% H: +5% to +15%
Class 1	65% to 100%	Check estimate or pre bid/tender, change order	Detailed unit cost with detailed take-off	L: -3% to -5% H: +3% to +10%
Note: (a)	The state of construction complexity and availability of applicable reference cost data affect the range markedly. The +/- value represents typical percentage variation of actual cost from the estimate after application of contingency (typically at a 50% level of confidence) for given scope.			

Table 1 - Cost Estimate Classification Matrix for Building and General Construction Industries.

Figura 1 – Matriz de classificação de estimativa de custo para a Construção Civil e Indústrias de Construção em geral - Prática Recomendada no 56R-08 da AACE® International.

A precisão da estimativa também é impactada por riscos sistêmicos associados às características do empreendimento e ao seu processo de elaboração, como por exemplo: (i) complexidade do projeto; (ii) qualidade dos dados de estimativa de custos de referência; (iii) qualidade das premissas usadas na preparação da estimativa; (iv) experiência e nível de habilidade do orçamentista; (v) técnicas de orçamentação empregadas; (vi) tempo e nível de esforço para preparar o orçamento.

O gráfico a seguir, extraído da mesma Prática Recomendada da AACE®, ilustra a variação da precisão da estimativa em relação ao nível de maturidade dos documentos de projeto.

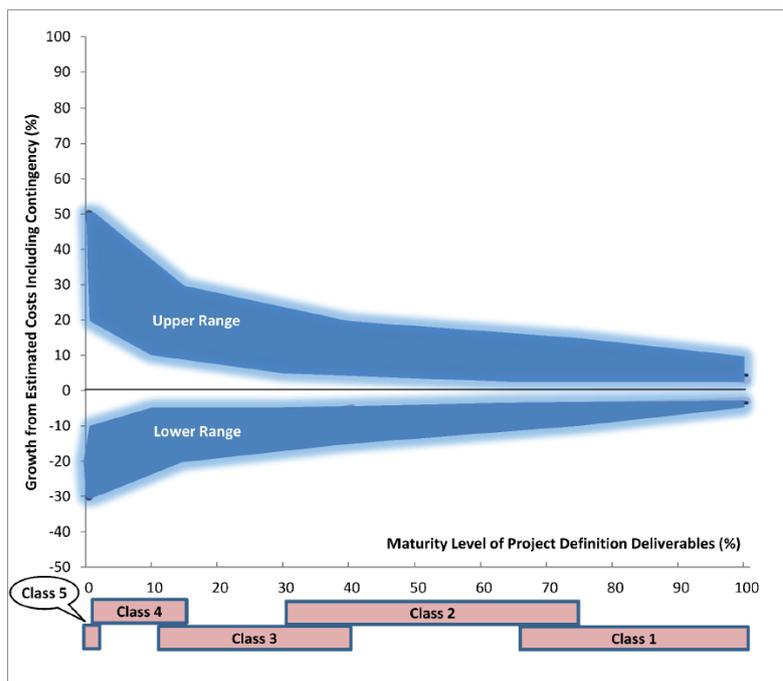


Figure 1 – Example of the Variability in Accuracy Ranges for a Building and General Construction Industry Estimate

Figura 2 - Variação da precisão da estimativa em relação ao nível de maturidade dos documentos de projeto - Prática Recomendada no 56R-08 da AACE® International.

Cabe ser mencionado que a Prática Recomendada da AACE® acima citada considera que na Classe 1, nível de maturidade mais elevado, o grau de precisão do orçamento será da ordem de +10/-5%. Complementarmente, é cabível destacar que a conceituação de Projeto Básico do CONFEA considera que, nesse nível de definição, a precisão deve ser de 15%.

No entanto, além dos quantitativos de serviços a serem executados – obtidos com base na qualidade dos documentos técnicos disponíveis – conforme mencionado, também são considerados na definição do preço outros fatores relacionados às demais condições que envolvem a execução, cabendo destaque para: o plano de ataque e os métodos construtivos que melhor se adequem às características da obra; o prazo; os recursos a serem alocados; os requisitos de qualidade a serem atendidos e a definição dos riscos a serem assumidos por cada uma das partes.

Em suma, os fatores a serem considerados na elaboração da proposta para execução da uma obra são:

- **Escopo:** representa o que será executado, com quais especificações e seguindo quais métodos construtivos;
- **Cronograma:** representa quando os serviços serão executados, em qual sequência e com quais interfaces;
- **Custo:** representa o total de gastos necessários para a concretização dos serviços executados, observadas as premissas consideradas;
- **Qualidade:** representa os requisitos que devem ser atendidos no processo de execução no que diz respeito à qualidade, segurança e meio-ambiente;
- **Recursos:** representam a quantidade e a distribuição de equipamentos e de mão de obra a serem empregados na execução da obra;
- **Risco:** representa a divisão de responsabilidades assumidas por cada Parte para a execução dos serviços.

Esse conjunto de fatores é definido pelo PMBOK®⁵ como sendo restrições de um Projeto⁶.

Uma restrição de Projeto pode ser explicada como qualquer situação que possa **comprometer a execução e o desenvolvimento** dos trabalhos envolvidos e que podem ser impostas por uma das partes contratantes ou pelo próprio ambiente no qual o Projeto está inserido.

Esses seis fatores são tidos como os que mais influenciam o desenvolvimento de qualquer Projeto e sua observância é primordial, pois quando algum deles é alterado durante a execução da obra, um ou mais dos restantes podem ser afetados, como ilustrado na figura a seguir:



Figura 3 – Fatores considerados na elaboração da proposta para execução da uma obra

⁵ 6ª edição.

⁶ Para referência a projeto, no sentido de obra contratada, será considerado o termo “Projeto”.

Várias são as consequências advindas de modificações desses fatores, as mais comuns estão relacionadas ao desequilíbrio entre a quantidades de recursos mobilizados – mão de obra e equipamentos – e a quantidade de serviços a executar.

Dentre outras, as modificações comumente observadas são:

- Acréscimo de objeto (partes da obra não previstas originalmente);
- Supressão de objeto (partes da obra previstas originalmente);
- Acréscimo e/ou supressão de serviços e quantidades;
- Inclusão de novos serviços;
- Alterações em especificações de serviços ou metodologias construtivas;
- Modificação de sequências executivas;
- Alterações dos prazos de execução;
- Alteração em requisitos de qualidade;
- Descumprimentos de obrigações contratuais (como por exemplo: liberação de áreas, atraso na obtenção de licenças, falha na gestão de interfaces entre as atividades das diversas contratadas de um empreendimento).

3.2. PRODUTIVIDADE

Antes de partir-se para uma conceituação de produtividade, faz-se necessário abordar dois conceitos que lhes são correlatos: o de processo e o de produção.

a) Processo

Processo pode ser definido como “uma série de atividades sistemáticas direcionadas para alcançar um resultado final de tal forma que se aja em relação a uma ou mais entradas a fim de criar uma ou mais saídas” (PMBOK, 6ª ed., 2018. p.720). Processo é, portanto, uma criação, uma transformação de entradas em saídas.

b) Produção

Produção é a quantidade de coisa produzida, é o produto do processo (Output).

Exemplo de produção:

- execução de 6 m² de alvenaria.

3.2.1. PRODUTIVIDADE

O conceito de produtividade, por sua vez, pode advir de, pelo menos, dois pontos de vista: o geral e o específico.

Do ponto de vista geral, e na ótica de processos, produtividade pode ser conceituada como a razão entre as saídas e as entradas ($= O/I = \text{Outputs} / \text{Inputs}$).

Do ponto de vista específico, e no contexto destas diretrizes, produtividade é a razão entre a quantidade de produtos ou serviços produzidos e a quantidade de recursos utilizados.

Em quaisquer das óticas, produtividade refere-se a uma razão, um quociente entre duas grandezas: o produto (saídas) e os recursos (entradas).

Um projeto (empreendimento) pode ou não ser impactado, podendo o impacto, quando existente, dar-se de forma parcial ou integral. O impacto sofrido reflete-se na produtividade, a qual, quando comparada com a produtividade referencial (*baseline*), pode ensejar pleitos (*claims*) de reequilíbrio, caso o desajuste se enquadre como uma excepcionalidade.

A Prática Recomendada nº 25R-03 - *Como Estimar Perda de Produtividade de Mão de Obra em Pleitos de Construção*, 2004, da AACE® International, traz a seguinte fórmula para expressar o conceito de produtividade:

$$\text{Produtividade} = \frac{\text{Output (unidades concluídas)}}{\text{Input (horas de trabalho ou de equipamento empregadas)}} \quad (\text{I})$$

Exemplo de cálculo da produtividade, a partir da equação (I):

- recursos (input): 5 horas de pedreiro.
- produto (output): execução de 6 m² de alvenaria.
- Produtividade = 6 m² / 5 Hh = 1,2 m²/Hh.

A partir dessa definição, vê-se que a produtividade não traz em si nenhum juízo de valor, vale dizer, nem é alta ou baixa, nem é boa ou má, nem é eficiente ou ineficiente.

Tais adjetivações ocorrem quando, de forma inapropriada, juntam-se ao conceito de produtividade os conceitos de outras espécies, como o de eficácia⁷, eficiência⁸ e efetividade⁹.

A Prática Recomendada n° 25R-03, já citada, utiliza o Fator de Produtividade para expressar o percentual de atingimento da produtividade de um processo em relação a uma produtividade referencial, conforme a seguinte equação:

$$\text{Fator de Produtividade} = \frac{\text{Produtividade real}}{\text{Baseline ou Produtividade Planejada}} \quad (\text{II})$$

Para uma produtividade referencial do processo de construção de alvenaria igual a 1,55 m²/Hh, o Fator de Produtividade (Fp) do exemplo acima seria igual a 1,2/1,55 = 0,774, significando que foi atingido 77,4% da produtividade planejada. Nesse caso, a perda de produtividade¹⁰ é igual a 1 – 0,774 = 0,226 = 22,6%.

3.3. OCIOSIDADE

A ociosidade dos recursos se verifica quando ocorrem paralisações de atividades ou de frentes de serviço. Em tais situações, se tais recursos não puderem ser deslocados para aproveitamento em outras atividades ou frentes de serviço, estes continuam alocados no canteiro de obras e ficam à disposição para serem utilizados quando da retomada dos serviços.

Comumente esta situação se verifica quando ocorre o atraso na entrega de projetos, o que impede a execução de determinada atividade e de todas as atividades sucessoras, até que o projeto esteja disponível para o seu início.

A paralisação também pode ocorrer em todo o empreendimento através da suspensão das obras. As situações mais comuns são as relativas à falta de liberação de áreas ou ao atraso no licenciamento ambiental. Pode se dar também após iniciados os serviços, quando a execução vier a ser interrompida por suspensão das licenças ambientais por medidas administrativas ou judiciais, ou mesmo por embargos de órgãos públicos, de controle ou por determinação judicial.

⁷ A **eficácia** situa-se no plano da existência: ou a coisa existe, ou existe parcialmente ou não existe. Nessa instância não se discutem os meios (quantidade de recursos), mas tão-somente se houve ou não a produção.

⁸ **Eficiência** é a medida da capacidade de um processo de produção em utilizar a menor quantidade possível de recursos, mantidos os padrões de qualidade. Pode ser: i) absoluta, que se dá quando se compara a produtividade de um processo com uma produtividade referencial, assim reconhecida pela literatura técnica especializada; ou ii) relativa, que se aplica quando se comparam produtividades de processos entre si.

⁹ A **efetividade** está relacionada ao alcance dos resultados pretendidos. É a aferição da adequação do produto na resolução do problema preexistente. A efetividade responde a seguinte pergunta: “o que foi feito era, de fato, o que deveria ter sido feito?”

¹⁰ Ver Capítulos 6 e 7 destas Diretrizes.

A indenização ao Contratado pode ser específica para o período / frente em que as atividades foram suspensas, devendo-se apurar os recursos que ficaram disponíveis e se proceder à sua valoração. Em casos em que a suspensão da atividade / frente de serviço impactar o prazo final da obra, deve-se apurar outros efeitos da postergação do cronograma, tal como o incremento dos custos indiretos por permanência adicional destes recursos.

Deve-se levar em conta na apuração dos valores a serem indenizados os impactos das paralisações sobre os recursos alocados para a atividade ou na frente de serviço. Por exemplo, para a mão de obra é comum que esta seja deslocada e reaproveitada em outra atividade ou frente de serviço. Em tal situação, ainda que o deslocamento possa implicar alguma perda de produtividade por deslocamento, por excesso de mão de obra na atividade que aproveitou aquele recurso, por perda da qualidade de gerenciamento, ou até mesmo pela curva de aprendizado na nova atividade, não caberia uma indenização por ociosidade. Neste caso específico, tratar-se-ia de improdutividade, a ser calculada de outra maneira, como será visto no item específico.

No entanto, caso a mão de obra não possa ser alocada e fique disponível, devem ser apurados os períodos em que os funcionários ficaram inativos e a quantidade por função, de tal sorte que os custos daquela mão de obra, acrescidos dos Encargos Sociais e, eventualmente, dos Encargos Complementares, possam ser quantificados. Tal apuração deve ser objetiva nos documentos gerados pelas Partes ao longo do acompanhamento da obra, preferencialmente em Diários de Obra, Relatórios Mensais de Acompanhamento ou Histograma Real de Recursos Alocados.

Preferencialmente devem ser adotados os custos reais que possam ser comprovados. Eventualmente pode ser considerado o custo previsto, se informado na Proposta e constante da documentação contratual. Na falta destes elementos, o Perito poderá se valer de custos referenciais de mercado.

Há um cuidado que deve ser tomado pelo Perito ao se adotar os Encargos Sociais calculados na Proposta. Para este cálculo são adotados os critérios de orçamento, que consideram na taxa de Encargos Sociais o Descanso Semanal Remunerado e os adicionais da Hora Extra, incidentes sobre o valor da Hora Normal, apesar de se tratar de uma remuneração a ser apurada e paga via Folha de Pagamento.

Esta taxa de Encargos Sociais incide sobre o valor da hora normal, muitas vezes publicadas nos Acordos ou Convenções Coletivas.

Ocorre que, ao se apurar valores a serem indenizados, na maioria das situações já estarão disponíveis as Folhas de Pagamento, que já contemplam essas rubricas como remuneração. Portanto, ao se apurar os valores em Folha, não se pode incidir a mesma taxa de Encargos Sociais apuradas no orçamento, sob pena de haver duplicidades nestas rubricas. Se necessário, o Perito deverá realizar os ajustes necessários para que o cálculo reflita corretamente o valor a ser indenizado.

Para a mão de obra indireta, deve ser apurado o seu efetivo impacto em caso de ocorrência de uma paralisação. Isto é, se o cronograma da obra vier a ser afetado e houver uma postergação do prazo final da obra ou de alguma frente específica, a apuração deve corresponder aos recursos que permanecerão por mais tempo no canteiro de obras e o cálculo deve refletir exatamente a maior permanência que for efetivamente comprovada. O Perito deve evitar a adoção de critérios subjetivos, como a consideração da mão de obra indireta ter ficado improdutiva no período, ainda que desta forma tenha sido alegado pela Parte.

Já para os equipamentos, caso não puderem ser aproveitados em outra atividade ou frente de serviço, caberia uma apuração dos valores da ociosidade a serem indenizados. Da mesma forma que na mão de obra, devem ser identificados nos registros realizados

durante a execução da obra as evidências de quais recursos ficaram disponíveis, e por quanto tempo.

Ressalva é feita para o valor dos equipamentos a ser considerado na quantificação. Em se tratando de ociosidade, ou seja, da disponibilidade do equipamento, sem o seu aproveitamento, o custo a ser considerado é o da hora improdutiva. Isto porque incidem os custos de depreciação e juros, mão de obra de operação e seguro, mas não incidem outros custos que somente se verificam quando o equipamento está em operação, tais como combustível e lubrificantes, peças e material rodante, dentre outros.

Há um ponto que demanda a atenção do Perito, relativo aos equipamentos locados junto a terceiros. Apesar de o equipamento também ficar à disposição, o custo incorrido pode não ser, necessariamente, o custo da hora improdutiva. Afinal, a depender da contratação, o locatário pode ter previsto uma quantidade mínima de horas mensais a serem remuneradas, independentemente da utilização do equipamento, o que leva ao cálculo do valor a ser indenizado pela hora produtiva. O Perito deverá analisar a documentação de medição e o próprio contrato celebrado com o terceiro, de forma a se certificar que o valor a ser indenizado reflete fidedignamente o custo adicional incorrido pela ociosidade do recurso.

Apesar de ser recomendado que a apuração da indenização devido à ociosidade se dê para cada ocorrência, esta não é uma prática usual nos contratos de construção. Esta prática é mais comum em casos em que ocorre a suspensão total das obras, quando o preço e o prazo são revisados antes mesmo da retomada da obra.

Para este tipo de situação, em que a totalidade dos recursos ficam à disposição da Contratante, a apuração é mais direta e mais fácil.

O mesmo não ocorre quando a paralisação é parcial, por curto período e em frentes de serviço ou atividades específicas. Muitas vezes, por falta de registros mais detalhados, não se consegue apurar com exatidão os recursos alocados na frente / atividade paralisada, ou ainda, o exato período da paralisação. Não é incomum que se encontre o registro da data de início da paralisação, mas não o da data precisa da retomada, encontrando-se registros subsequentes da atividade já em andamento, sem que se possa assegurar a data que corresponda ao momento em que as atividades foram retomadas.

Nestes casos em que os registros não permitem a quantificação dos recursos que ficaram disponíveis naquele período, resta ao Perito realizar uma apuração da improdutividade destes mesmos recursos, só que em período maior, provavelmente por todo o período em que tais atividades / frentes de serviço estavam sendo executadas.

Afinal, a ociosidade momentânea contribui para o pior desempenho dos recursos alocados no longo prazo, na medida em que há horas consumidas ou pagas para os recursos alocados, sem contrapartida de produção. Ao se calcular a (im)produtividade ao final da obra, tais horas consumidas no período da paralisação estarão computadas nas horas totais gastas, incluindo as ociosas, as demais produtivas e as improdutivas por outros fatores.

Assim, ao se calcular a produtividade final, se as horas ociosas foram computadas e contribuíram para a produtividade final do serviço, de uma forma indireta a ociosidade terá sido contemplada. Basta ao Perito se certificar que todas as horas foram consideradas no cálculo da perda de eficiência, incluindo as horas pagas dos recursos que ficaram à disposição.

3.4. ACELERAÇÃO / MITIGAÇÃO DE ATRASO

Nas obras em que são verificados atrasos iniciais são comuns as ações para a sua mitigação, podendo ocorrer a recuperação parcial ou total, com a manutenção do prazo contratual.

Em tais situações, além da improdutividade gerada pelos atrasos, que levam a um subaproveitamento dos recursos alocados na fase inicial, pode ocorrer também a perda, na fase subsequente, da eficiência dos recursos alocados para execução em ritmo acelerado. A esse respeito, a AACE® apresenta as seguintes considerações em sua Prática Recomendada 25R-03:

Impactos da Compressão de Cronograma sobre a Produtividade – as Contratadas não têm obrigação de comprovar que o desempenho do contrato foi estendido para recuperar a perda de produtividade. Quando houver atrasos no início do projeto, a compressão do cronograma geral para as atividades posteriores frequentemente é encarada como uma maneira de compensar atrasos e para terminar o projeto dentro do prazo. Se pensarmos apenas do ponto de vista do cronograma, pode ser possível fazer isso sem acelerar atividades individuais de trabalho utilizando a folga no cronograma geral do projeto. No entanto, em muitos projetos, os cronogramas não são totalmente carregados com recursos. Conseqüentemente, um cronograma atualizado adequadamente, refletindo os atrasos, pode mostrar que o projeto irá terminar dentro do prazo, sem reduzir o tempo de atividades individuais. Isso pode resultar na alocação excessiva de operários pela Contratada devido à redução da duração geral, permitindo que a Contratada conclua o trabalho remanescente total. Essa prática é conhecida como compressão de cronograma. Quando associada à alocação excessiva de funcionários, a compressão de cronograma frequentemente gera perdas relevantes de produtividade devido ao enfraquecimento da supervisão, escassez de materiais, ferramentas ou equipamentos para dar suporte à mão de obra adicional, aumento das dificuldades de planejamento e coordenação do trabalho e escassez de mão de obra qualificada. (AACE®, 25R-03, p.10).

Adicionalmente a AACE® considera que:

a aceleração deliberada ou involuntária de um projeto pode resultar em longos períodos com horas extras obrigatórias, acréscimo de segundos turnos ou acréscimo de mais operários além do ponto de saturação do local ou que possa ser efetivamente administrado ou coordenado. Todas essas possibilidades podem exercer impactos distintos sobre a produtividade. (AACE®, 25R-03, p.6).

Neste tipo de situação é normal que o desempenho seja inferior ao previsto inicialmente, pois toda a atenção estará voltada para a recuperação dos atrasos incorridos. Assim, o Perito deverá se dedicar a apurar as eventuais perdas de eficiência dos recursos alocados em maior quantidade para o cumprimento do programa de mitigação de atrasos.

Especial atenção deverá ser dada às causas dos atrasos, em momento anterior. Se estes tiveram ocorrido por culpa do Contratado, a recuperação do prazo deverá se dar às suas expensas, não fazendo sentido a apuração de valores de improdutividade dos recursos a serem indenizados pela Contratante.

Da mesma forma, caso se trate genuinamente de um programa de aceleração, em que o Contratado busca a redução do prazo originalmente previsto, a análise deverá ser bastante cuidadosa. Afinal, eventual investimento na alocação de recursos adicionais poderá vir a ser compensado pela redução de outros custos, tais como a menor permanência dos recursos alocados no canteiro de obras, especialmente os indiretos, não sendo cabíveis indenizações.

3.5. CADENCIAMENTO (PACING)

Primeiramente é importante conceituar o que seria o cadenciamento da produção, internacionalmente conhecido como *Pacing*¹¹.

Trata-se de uma medida muito comum em casos em que os atrasos já são conhecidos e inevitáveis, e o ritmo da(s) atividade(s) que poderia(m) sofrer uma paralisação futura por falta de frente é (são) readequado(s) para que se evite tal interrupção.

¹¹ A“DELAY, PACING –

(1) Deceleration of the project work, by one of the parties to the contract, due to a delay to the end date of the project caused by the other party, so as to maintain steady progress with the revised overall project schedule.

(2) A delay resulting from a conscious and contemporaneous decision to pace progress of an activity against another activity experiencing delay due to an independent cause.

(3) The consumption of float created by another delay, in performing work on an activity not directly dependent on the progress of the work experiencing the other delay. (June 2007)” (AACE®, 10S-90, p.42).

Um caso típico seria a revisão de um projeto para que seja estudada uma solução para determinado problema ou introduzida uma melhoria da solução anteriormente considerada, de tal forma que a execução das atividades no mesmo ritmo planejado levaria ao término dos trabalhos antes que tal revisão do projeto estivesse pronta e liberada para a construção. Ter-se-ia a paralisação dos trabalhos daquela atividade e os recursos alocados ficariam à disposição.

É mais racional adequar os recursos para que a atividade seja executada em maior prazo. Eventualmente, alguns recursos podem ser deslocados para a execução de outras atividades.

O ponto mais polêmico desta situação se daria em termos da atividade passar a ter uma duração real maior do que a prevista, o que poderia gerar a alegação, por parte da Contratante, de ocorrência de atrasos pela Contratada e a eventual tentativa de caracterização da culpa concorrente. Tal alegação visaria a desincumbir a Parte geradora do atraso do ônus de indenizar os danos decorrentes deste.

Tal discussão, apesar de ser muito mais frequente na avaliação dos atrasos, em uma análise forense de cronograma, não deixa de ser um ponto de atenção por parte do Perito em sua avaliação da ocorrência e da quantificação da improdutividade dos recursos alocados.

Isto porque a mera alegação de ocorrência de um “atraso” por parte da Contratada naquela atividade ou frente de serviço, poderia ser equivocadamente interpretada como uma responsabilidade daquela Parte, levando à negativa da indenização que tem direito.

Em verdade, tal interpretação seria equivocada, pois a medida teria ocorrido para mitigar os danos. Adicionalmente, ela teria sido tomada pela Parte que foi prejudicada, e em benefício da Parte que justamente causou os danos, reduzindo os prejuízos a serem por ela indenizados. Ou seja, a redução de dano causada por uma Parte não corresponde a uma economia ou benefício para a outra Parte.

De qualquer forma, seria conveniente que, a exemplo das recomendações dadas para as análises forenses de cronograma, os mesmos cuidados fossem tomados pelo Perito para a apuração dos danos gerados pela improdutividade neste tipo de ocorrência. Tal cuidado corresponderia à identificação da notificação contemporânea da tomada de decisão pela Parte, de se partir para o cadenciamento da atividade ou frente de serviço, ou mesmo da identificação do registro da solicitação de implementação de medidas neste mesmo sentido pela Parte contrária.

Ao se certificar que tais discussões ocorreram entre as Partes, e que o cadenciamento da produção se deu de forma intencional, não haverá espaço para a tentativa de responsabilização da Parte que tomou as medidas para mitigação dos danos, podendo estes ser apurados no Laudo Pericial de forma consistente e sem questionamentos.

3.6. EVENTOS (ATRASOS, PARALISAÇÃO, SUSPENSÃO)

Os contratos de construção estão sujeitos a inúmeros eventos, previstos ou imprevistos, que podem impactar de forma negativa a execução das obras, tais como atraso no fornecimento de materiais e equipamentos, mudanças de projeto, serviços adicionais, paralisações da mão de obra, defeitos e não-conformidades nos trabalhos, restrições de circulação de pessoas e materiais, instruções de suspensão de atividades, condições climáticas adversas e até mesmo epidemias e pandemias.

Estes eventos podem acarretar aumento de custos e necessidade de extensão do prazo de conclusão dos serviços, cabendo à parte prejudicada negociar o ressarcimento desses custos e a postergação da data de conclusão das obras, especialmente quando afetam a sua produtividade, ou providências de aceleração para mitigar ou eliminar os seus efeitos.

Os eventos e ocorrências que podem impactar o contrato devem ser registrados contemporaneamente, isto é, no momento de seus acontecimentos, mesmo que ainda não se conheça a extensão de suas consequências. Recomenda-se que os impactos das ocorrências tenham registros individualizados de custos (horas, materiais, equipamentos, produtividade, ociosidade, cronograma, entre outros) para que possam ser adequadamente analisados. Importante lembrar que os registros precisam relatar os fatos e evitar opiniões.

Entre as consequências positivas dos registros contemporâneos dos acontecimentos está a possibilidade de atualização das informações que compuseram as linhas de base que fazem parte do planejamento da obra, incluindo o cronograma contratual. Na medida em que eventos perturbadores tenham ocorrido e impactado a execução dos serviços, o registro contemporâneo e o tratamento assertivo, por ambas as partes, dos fatos e das suas consequências, permitem analisar e avaliar os desvios ocorridos e seus impactos nos custos e prazos.

É preciso identificar no evento quem é seu causador, qual o dano que foi causado e o nexo de causalidade com a relação causa-efeito.

Certos eventos que impactam a produtividade são decorrentes de alterações contratuais, tais como mudanças de cronograma ou serviços adicionais, que precisam ser adequadamente quantificadas. Assim, se um serviço adicional exige aumento da mão de obra, a consequência pode ter efeitos na produtividade com a curva de aprendizado da nova equipe, trabalho em horário extraordinário, mobilização e desmobilização, diluição da supervisão, reprogramação de serviços em período climático desfavorável, e outros efeitos. Nestes casos, as medidas mitigadoras dos efeitos da redução de produtividade podem ser discutidas contemporaneamente pelas Partes, permitindo a análise das alternativas que melhor atendam o contrato, que tanto podem ser relativas a prazo (término da obra) como a custos (manter valor).

O efeito cascata de eventos com mudanças menores, em parcelas já executadas ou a executar, conhecido como impacto cumulativo, também afeta a perda de produtividade quando associada à “*disruption*”. Esta análise não pode ser feita em termos temporais ou espaciais pois a causa não é um único evento, mas surge de múltiplas alterações do contrato.

3.7. IMPACTO DAS CHUVAS

No período da execução de uma obra a precipitação atmosférica pode propiciar efeitos favoráveis ou desfavoráveis dependendo do estágio que se encontra a obra, como exemplo podemos citar:

- Como favorável, com intensidade da Precipitação moderada, ela pode propiciar uma melhora na umidade de solos secos, redução na suspensão dos agregados finos (poeiras), a irrigação natural do paisagismo, dentre outros;
- Como desfavoráveis, com uma alta intensidade de Precipitação, pode ocorrer alagamento de frentes de serviços, a saturação do solo, a dificuldade nos deslocamentos dos equipamentos nos solos saturados, retrabalho de atividades já concluídas e a improdutividade na retomada das atividades.

Na aplicação das boas práticas de Engenharia, no que se refere à Precipitação Atmosférica no planejamento inicial de uma obra, habitualmente são consideradas condições normais de precipitações pluviométricas, dentro das médias observadas nos cinco anos precedentes ao início da obra.

Uma das formas de obter a influência das chuvas pode ser desenvolvida da seguinte maneira:

- Levantamento como referência dos dados pluviométricos dos 5 anos anteriores ao início da obra previsto;

- A fonte de dados mais praticada é a publicada pelo Instituto Nacional de Meteorologia – INMET¹² considerando as Estações mais próximas do local onde será executada a obra;
- As observações consideradas dizem respeito ao número de dias de chuva e à quantidade de chuva, ou índice pluviométrico, medida nas estações (mm);
- A compilação dos dados de todos os dias dos anos precedentes ao início da obra, sendo calculadas as médias mensais históricas: média de dias de precipitação e quantidade média de chuva (mm).

Com os dados compilados, promove-se a análise do impacto da chuva possibilitando o engenheiro de planejamento contemplar os dias de improdutividade no Cronograma inicial da Obra.

As análises de impacto das chuvas no planejamento inicial da obra devem levar em consideração o tipo de segmento da obra na construção civil (edificações, indústrias, infraestruturas, entre outras), observando algumas premissas da literatura e publicações referentes a este tema¹³.

No caso da avaliação dos impactos decorrentes de Chuvas Excepcionais, em primeiro lugar deve-se analisar os registros referentes ao real impacto observado no momento de sua ocorrência e as consequências para a retomada das atividades em condições conhecidas de produtividade, seja em atividade isolada ou no empreendimento como um todo. É pertinente observar, que esses registros estejam contemplados em documentos bilaterais produzidos nas obras¹⁴.

Na ausência dos registros supracitados, uma alternativa de avaliação pode ser da seguinte forma:

- Verificação da ocorrência de índices pluviométricos (mm) acima da média mensal histórica (últimos 5 anos);
- Verificação da ocorrência de dias de chuva acima da média mensal histórica de dias de chuva;
- Nos meses em que as precipitações ocorridas superarem a precipitação média mensal histórica, considera-se como impraticáveis apenas os dias de chuva que excederem a média mensal histórica de dias de chuva do mês em análise.

3.7.1. FATOR DE RETOMADA

Ainda, conforme praxe do mercado de Construção Civil, é comum que para cada dia impactado pela chuva seja também computado o efeito produzido no dia seguinte, que usualmente não apresenta plenas condições de produção pelo menos no primeiro período.

É observado em algumas propostas anexas aos Contratos de Construção Civil, a consideração de que a cada 2h de chuva a Contratada perde 3h de trabalho, portanto o fator de retomada corresponde a 0,5, ou seja, para cada dia de chuva se perde 0,5 dia do dia seguinte para se voltar à produtividade normal.

¹² <http://www.inmet.gov.br/portal/>

¹³ - Manual Prático de Escavação Terraplenagem e Escavação de Rocha do Autor Hélio de Souza e Guilherme Catalani;

- DNIT Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes "Volume 06 Fator de Influência de Chuvas".

- O Impacto das Chuvas no Planejamento Blogs Pini datado de 15/01/2016.

- Método de Avaliação Técnica para Concessão de Aditivo em Contratos de Obras Públicas Decorrente de Chuvas Excepcionais – Apresentado pelos palestrantes Fernando Davis Golbert e Humberto Carlos L´Astorina no XIV Simpósio Nacional de Auditoria de Obras Públicas – Cuiabá/MT, 2011.

¹⁴ Relatório Diário de Obra (RDO) e correspondências específicas da ocorrência de Chuvas Excepcionais, com seus devidos impactos.

3.7.2. DESLOCAMENTO DAS ATIVIDADES DO CRONOGRAMA DA OBRA PARA O PERÍODO MAIS ÚMIDO

O deslocamento da curva de produção para períodos chuvosos ocorre quando as atividades que estavam previstas no Cronograma Físico para serem executadas nas estações de menor precipitação pluviométrica do ano são deslocadas para o período mais úmido, em razão do adiamento do início da obra pelo Contratante (postergação da ordem de início, falta ou atraso de liberação de frentes, ausência de licenças, entre outros).

Nessas situações, a execução da obra ocorre em condições diferentes das previstas, sendo impactada por dias a mais de chuvas não previstos inicialmente, o que causa perdas de produtividade e ociosidade anormal de mão de obra e de equipamentos, refletindo em um ritmo de construção mais lento que o previsto na época da contratação nesse período.

Uma das formas para avaliação desse impacto é a comparação entre a quantidade de dias praticáveis previstos para o período inicialmente planejado para execução dessas atividades e os dias efetivamente praticáveis do período em que os serviços foram executados.

A diferença entre a quantidade de dias praticáveis nesses dois períodos corresponde ao impacto decorrente do deslocamento das atividades para o período úmido.

Aos dias de impacto descritos acima, deve-se adicionar o fator de retomada apresentado no item 3.7.1 supracitado.

3.8. DISRUPTION

Para a abordagem deste conceito será utilizada como referência o Protocolo emitido pela *Society of Construction Law*¹⁵, que claramente diferencia os conceitos de atraso (*delay*) e de *disruption*, muito embora as suas consequências econômicas possam se sobrepor. O Protocolo esclarece ainda que um atraso pode levar ao *disruption* e, da mesma forma, a ocorrência do *disruption* pode gerar atrasos no cronograma da obra¹⁶.

O atraso estaria relacionado à conclusão das atividades críticas após a data planejada¹⁷. Já o *disruption* estaria relacionado à quebra da racionalidade construtiva, resultando na menor produtividade dos recursos alocados e na menor eficiência das atividades executadas, com consequente redução da margem de lucro em relação ao previsto e possível geração de atrasos do cronograma. Outro efeito provável que poderia potencializar a perda da eficiência dos recursos seria a implementação de um programa

¹⁵ “*Delay and Disruption Protocol – Society of Construction Law, 2nd Edition, February 2017 (www.scl.org.uk)*”

¹⁶ “1. The construction industry often associates or conflates delay and disruption. While they are both effects of events, the impacts on the works are different, the events may be governed by separate provisions of the contract and governing law, they may require different types of substantiation and they will lead to different remedies. Having said that, the monetary consequences of delay and disruption may overlap and, further, delay can lead to disruption and, vice versa, disruption can lead to delay.” (*Delay and Disruption Protocol, GUIDANCE PART A: DELAY, DISRUPTION AND ACCELERATION CONCEPTS, p. 9*)

¹⁷ “2. In referring to ‘delay’, the Protocol is concerned with time – work activities taking longer than planned. In large part, the focus is on delay to the completion of the works – in other words, critical delay. Hence, ‘delay’ is concerned with an analysis of time. This type of analysis is necessary to support an EOT claim by the Contractor.” (*Delay and Disruption Protocol, GUIDANCE PART A: DELAY, DISRUPTION AND ACCELERATION CONCEPTS, p. 9*)

de aceleração para a mitigação dos atrasos já ocorridos, mesmo que parcialmente¹⁸. Em tais situações as condições de execução dos serviços são diferentes das previstas originalmente, e normalmente são mais adversas. Isto porque podem ocorrer aglomerações de recursos no mesmo local de trabalho, a utilização de maiores jornadas de trabalho, com utilização de horas extras, e até mesmo a possível perda de qualidade do gerenciamento, face à concentração dos recursos¹⁹.

Apesar de serem eventos diferentes, não se pode deixar de mencionar que estes estão inter-relacionados. A situação mais comum seria aquela em que a perda da racionalidade construtiva (*disruption*) levaria ao atraso no cronograma (*delay*). Mas há ainda a possibilidade de o atraso da obra ter ocorrido por outros motivos (*delay*) e, ao se decidir pela implementação de um programa de aceleração, se verificar que a perda da racionalidade construtiva se materializou (*disruption*)²⁰.

É importante mencionar que, por se tratar da perda da produtividade, mesmo que verificada a ocorrência do *disruption*, a sua quantificação e a demonstração donexo causal pela Parte afetada se mostra necessária, devendo ser apurada por algum dos métodos listados no item 6.3 a seguir.

Naturalmente deve-se mencionar que, em se tratando de uma situação em que a racionalidade construtiva foi perdida, muito provavelmente a Parte, e consequentemente o Perito, não conseguirão identificar frentes de serviço que não foram afetadas, ou que tenham sido menos afetadas, ou até mesmo períodos que não tenham sido afetados, comprometendo a utilização do Método *Measured Mile*. Neste caso o Perito deve buscar utilizar outros métodos, como o do Valor Agregado, que permita apurar, com a maior precisão possível, a perda de eficiência experimentada pela Parte.

¹⁸ “5. In referring to ‘disruption’, the Protocol is concerned with disturbance, hindrance or interruption to a Contractor’s normal working methods, resulting in lower productivity or efficiency in the execution of particular work activities. If the Contractor is prevented from following what was its reasonable plan at the time of entering into the contract for carrying out the works or a part of them (i.e. it is disrupted), the likelihood is that its resources will accomplish a lower productivity rate than planned on the impacted work activities such that, overall, those work activities will cost more to complete and the Contractor’s profitability will be lower than anticipated. Work that is carried out with a lower than reasonably anticipated productivity rate (i.e. which is disrupted) will lead to: (a) activity delay; or (b) the need for acceleration, such as increasing resources, work faces or working hours, to avoid activity delay; or (c) a combination of both – and therefore, in each case, loss and expense. Hence, ‘disruption’ is concerned with an analysis of the productivity of work activities, irrespective of whether those activities are on the critical path to completion of the works.” (*Delay and Disruption Protocol, GUIDANCE PART A: DELAY, DISRUPTION AND ACCELERATION CONCEPTS*, p. 9)

¹⁹ “18.2 Disruption events can have a direct effect on the works by reducing productivity (such as piecemeal site access different from that planned, out of sequence works or design changes). They can also lead to secondary consequences on the execution of the works, for example through crowding of labour or stacking of trades, dilution of supervision through fragmented work gangs, excessive overtime (which can lead to fatigue), repeated learning cycles and poor morale of labour which can further reduce productivity?”

²⁰ “7. Delay and disruption are inherently interrelated. A loss of productivity (i.e. disruption) can lead to delay and, if the impacted activities are on the critical path, that can be critical delay. Hence, the Contractor may rely upon a disruption analysis to support a critical delay claim in addition to its delay analysis. It is possible for work to be disrupted and yet for the works still to be completed by the contract completion date. In this situation, the Contractor will not have a claim for an EOT, but it may have a claim for the cost of the lost productivity.”

“8. Equally, delay can lead to disruption. If the Contractor has less time in which to carry out work activities (absent an EOT for the critical path activities), it is possible that acceleration measures implemented will lead to those tasks being carried out with a lower productivity than planned and hence at greater cost.” (*Delay and Disruption Protocol, GUIDANCE PART A: DELAY, DISRUPTION AND ACCELERATION CONCEPTS*, p. 10).

4. REGISTROS DO DESENVOLVIMENTO DA OBRA

4.1. INTRODUÇÃO

A perda de produtividade é habitualmente calculada ao final de uma obra, durante a preparação de um pleito ou em trabalhos periciais. Neste caso, a comparação do trabalho afetado com o trabalho não afetado no projeto é prática recomendada quando existirem informações e dados suficientes e disponíveis. Para tanto, a partir dos documentos existentes, torna-se necessário estudar e avaliar os registros disponíveis da obra.

A qualidade dos documentos a serem apresentados é de fundamental importância. De acordo com a Norma Técnica IBAPE 003²¹, para avaliação do desequilíbrio econômico-financeiro de contratos de obras de engenharia, o cálculo dos graus de fundamentação de um pleito deve ser efetuado conforme tabela abaixo. Observa-se que em todos os itens, há necessidade de se qualificar os documentos.

Tabela 2 - Quadro para cálculo do grau de fundamentação da avaliação do equilíbrio econômico-financeiro dos contratos de execução de obras

Contrato analisado		Graus de pontuação			Justificativas/explicações complementares
		III	II	I	
Fundamentos relacionados aos graus de fundamentação	Pontuação por item	Fundamentação			
		Alta	Média	Baixa	
1	Existem documentos pré-contratuais que definiram as premissas do equilíbrio econômico financeiro contido no Preço de Venda Original?	20	10	0	
2	Existem documentos que fundamentaram o Preço de Venda Original?	20	10	0	
3	Existem registros comprobatórios das imprevisibilidades ocorridas e/ou das inadimplências contratuais incorridas pelas partes, que fundamentem o desequilíbrio econômico financeiro avaliado?	20	10	0	
4	Existem documentos que comprovem os fornecimentos e seus direitos contratuais efetivamente realizados?	20	10	0	
5	Existem modelos matemáticos que sustentem os cálculos do orçamento reequilibrado?	20	10	0	
Pontuação da avaliação (somatório de 1 a 5)					

Figura 4 – Tabela para cálculo dos graus de fundamentação de um pleito - Norma Técnica IBAPE 003.

Elenca-se abaixo os documentos mais comuns, que têm importância jurídica e pesos diferentes. Portanto, é necessário que sejam analisadas com atenção, dentro do adequado contexto da obra.

²¹ Disponível em http://ibape-nacional.com.br/biblioteca/wp-content/uploads/2015/05/Norma.Tec_.Aval_.Desequi.Econ_.Finan_.Contratos.Obras_.Eng_.pdf

Documentos contratuais e técnicos:

- Contrato e aditivos;
- Projetos;
- Especificações;
- Cronogramas.

Documentos bilaterais de obra:

- Relatório Diário de Obras (RDO);
- Atas de reuniões;
- Relatórios de não conformidade (RNC);
- Relatórios mensais de acompanhamento (RMA);
- Relatórios fotográficos.

Documentos produzidos apenas por uma parte:

- Trocas de correspondências;
- Trocas de e-mails;
- Notificações.

Nos próximos subitens serão detalhados aqueles mais habitualmente encontrados em trabalhos periciais.

4.2. DIÁRIO DE OBRA

O Diário de Obra é o principal documento que é produzido após a efetiva contratação, principalmente por ser assinado tanto pelo Contratado quanto pelo Contratante, ou Parceiros ou Fornecedores.

No Diário de Obra devem ser registrados todos os eventos relevantes que afetam a obra. Caso uma das Partes não esteja satisfeita com a situação descrita, a mesma tem o direito de registrar, no mesmo dia, sua própria versão do ocorrido. Entretanto, cabe ao Perito, por meio de fatos e evidências objetivas, avaliar qual versão está correta.

Os Diários de Obras deverão ser executados diariamente pelo Contratado, por pessoa qualificada sob a supervisão do Gerente ou por pessoa indicada por este e deverão ser encaminhados para assinatura do Contratante.

É importante observar a rotina de envio e assinaturas, de preferência deixando registrado o acordado.

Nos Diários de Obras deverão estar envolvidas todas as Áreas de atuação, com todos os fatos relevantes da Obra. Deverão ser observados, inclusive, as correspondências encaminhadas aguardando respostas e prazos para estas respostas.

Basicamente as informações a serem observadas são as seguintes:

- Efetivo diário da mão de obra direta, dividido por função;
- Efetivo presente da mão de obra indireta, dividido por função;
- Efetivo de terceiros, dividido por função;
- Equipamentos alocados na obra, sendo que os principais (maiores custos) devem estar detalhados;
- Serviços em execução, quantificados preferencialmente por frente de trabalho;
- Serviços paralisados – observar, neste caso, quais são os recursos paralisados ou com baixa produtividade;
- Marcos contratuais concluídos;
- Condições meteorológicas – é importante observar o período de chuvas e eventuais e reais impactos na execução dos serviços;

- Retrabalho ou refazimentos de serviços (indicando o motivo se for o caso);
- Informações relevantes que impactam na evolução dos serviços, por exemplo: frentes não liberadas; projetos faltantes; falta de energia; interferências com outras empresas; falta de materiais de fornecimento do Cliente; períodos de interrupção total ou parcial dos serviços, mesmo que seja em uma única frente; equipamentos em manutenção, efetivo não presente na obra, etc. Além de informar as faltas ou deficiências, também é importante registrar quando as mesmas forem sanadas.

No caso de uma solução arbitral ou judicial, as informações contidas no Diário de Obra são as mais utilizadas como base da análise comparativa com a situação orçada ou de desvios daquilo contratualmente tratado.

4.2.1. DIÁRIOS DE OBRAS – FORNECEDORES OU PARCEIRO

Em um trabalho pericial, o Diário de Obra dos Fornecedores ou Parceiros deve ser observado com o mesmo cuidado pois, informações contidas nesses diários também podem refletir situações que ocorreram na Obra, auxiliando na confecção do contexto fático.

4.3. RELATÓRIO FOTOGRÁFICO

As fotos ou filmes históricos têm bastante validade no trabalho pericial, desde que sirvam para ilustrar alguma matéria ou fato que não possa ser comprovado ou evidenciado de alguma outra forma. Neste caso, é necessário que sejam datadas, ou até mesmo conter registro de horário.

Cabe ao perito se atentar a eventual modificação no arquivo eletrônico, pois este pode facilmente ser alterado.

4.4. ATAS DE REUNIÃO INTERNAS E EXTERNAS (CLIENTE, PARCEIROS E FORNECEDORES)

As atas de reunião devem ser complementos dos registros contidos no Diário de Obra, pois não registram diariamente as ocorrências. Contudo, é um documento onde ficam registrados os novos acordos – prazo, aprovação de adicionais, providências a serem tomadas, etc.

Tem grande importância o fato de serem documentos bilaterais assinados pelas partes. Por essa razão, deve ser observado o momento em que a reunião foi realizada e, sendo a ata manuscrita, deve estar assinada ato contínuo à sua elaboração ao final da atividade. Caso sejam elaboradas em meio eletrônico, as assinaturas devem ser apostas na via impressa na mesma data da realização da reunião ou pode ser tomada como válida a expressa concordância de todos os participantes em resposta ao e-mail de envio da ata.

A falta de assinatura de todas as partes significa que o referido documento é uma visão unilateral de quem o emitiu, e assim, tem pouco ou nenhum valor ou, na melhor das hipóteses, quem não assinou, desconhece ou não está de acordo com o seu conteúdo.

Nas atas de reunião também podem ser observadas ocorrências da obra, por exemplo: paralisações por tempo mais longo; providências ou ações a serem tomadas; informações de caráter geral; pendências; etc.

Nas atas de reunião podem, também, ser observadas as consequências da falta de solução dos assuntos em pauta.

4.5. CORRESPONDÊNCIAS OU CARTAS

As cartas são consideradas documentos de um nível inferior, se comparadas aos Diários de Obras e às Atas de Reunião, por serem, em tese, documentos unilaterais, principalmente se não forem respondidas.

Para que as cartas se tornem documentos importantes para um determinado assunto, precisam ser respondidas pela outra Parte. E, se não houve um registro eficiente dos fatos, será uma troca vazia de correspondências, que, provavelmente, não levará a nenhum lado.

Em caso de e-mail, necessário verificar se houve confirmação de recebimento pela parte oposta.

4.6. OBSERVAÇÕES IMPORTANTES

- Todos os registros feitos em Diário de Obra, justamente por refletirem a realidade do dia a dia, não podem ser contestados posteriormente. Assim, a precisão das suas informações é fundamental;
- Caso haja contradição direta entre dois documentos que tenham a mesma prevalência, vale aquele emitido com data posterior – assim, muita atenção para a redação das Atas de Reunião;
- Serviços adicionais aprovados sem que haja a respectiva alteração do prazo contratual, no mesmo momento de sua aprovação, não podem ser utilizados posteriormente como justificativa para alteração do prazo contratual – no momento da aprovação deve ser avaliado e registrado o real impacto.

4.7. CONCLUSÃO

A análise dos registros de obra é de fundamental importância ao trabalho pericial, pois permitem, por meio de documentos e outras evidências objetivas, a reconstrução do cenário fático da construção do empreendimento ao longo do tempo.

Deste modo, os fatos que contribuíram com a perda de produtividade (ou até mesmo com a produção e atraso de obra) podem ser avaliados de modo fundamentado pela perícia, servindo de base para os cálculos de seu impacto.

Exemplifica-se com absenteísmo, elevada rotatividade, mão de obra com baixa qualificação, emprego exagerado de horas-extras, fadiga, pouca motivação, greves brancas; condições meteorológicas adversas ou excepcionalmente severas; restrições de acesso às áreas de trabalho, excesso de funcionários em um mesmo local, obras simultâneas no mesmo local; revisões de projetos, atraso na entrega de materiais, retrabalhos, supervisão dividida.

5. IDENTIFICAÇÃO DA PERDA DE PRODUTIVIDADE E DO NEXO CAUSAL

Dentro da proposta do IBAPE NACIONAL para a elaboração das “Diretrizes para Análise de Produtividade em Perícias de Engenharia”, passamos neste tópico a apresentar os estudos realizados para que, no procedimento pericial, os assistentes técnicos e peritos de engenharia possam realizar a “Identificação da perda de produtividade e do nexo causal”.

Nos demais tópicos destas Diretrizes encontram-se abordagens sobre conceitos, registros e metodologias de quantificação relativas às perdas de produtividades, e ainda, referências de fatores de produtividades para serem utilizadas pelos peritos.

A questão da “perda de produtividade” e sua análise pericial é bastante complexa, pois depende de muitas variáveis como se verá adiante, e é particularmente desafiante para os assistentes técnicos e peritos, que nem sempre tem acesso direto aos dados reais de produtividades do caso periciado, o que exige um esforço técnico para a tangibilização da perda de produtividade periciada e a conclusão sobre o seu “Nexo Causal”.

Mas enfim, esta é a missão destinada ao Perito, da qual ele não tem como fugir, pois, muitas vezes sua conclusão é a base de uma sentença judicial ou arbitral, e, portanto, deve se esmerar tecnicamente, e contribuir de forma isenta, para que os julgadores realmente tenham laudos periciais consistentes e conclusivos, fundamentados em parâmetros críveis e nas melhores técnicas para analisar as questões de perdas de produtividade.

De forma particular, neste tópico das Diretrizes, nos referiremos à figura do Perito, que no momento da perícia, recebe todo um arcabouço de informações vindas das partes envolvidas, em forma de Claims²², seja nos processos judiciais, e/ou, nos procedimentos arbitrais, e então, naquele momento se define um divisor, entre o tempo pretérito, no qual a origem e a causa da perda de produtividade estão localizadas, e o tempo futuro, no qual o Perito, a partir das informações recebidas e das técnicas periciais, irá elaborar suas análises e emitir o seu Laudo Pericial.

Na maioria das vezes, as informações recebidas pelo Perito, em perícias sobre perda de produtividade, são incompletas, e exigem que os peritos recorram a sua expertise no assunto e a parâmetros e índices de publicações técnicas especializadas, para identificar, valorar e definir o nexo causal em relação à perda de produtividade periciada²³.

Muitas das vezes o Perito consegue chegar a todas estas respostas, mas precisa avançar e diagnosticar responsabilidades atribuídas aos protagonistas envolvidos na origem da perda de produtividade, e este último passo nem sempre é possível ser obtido de forma cartesiana, pois em grande parte dos casos, pode haver mais de um responsável tanto pela origem quanto pela causa da perda de produtividade, e quando isto ocorre, e a necessidade de definição de responsabilidades é necessária, a investigação e análise pericial, torna-se realmente complexa, mas não impossível, conforme se verá adiante.

²² Pleitos.

²³ A utilização de parâmetros de mercado para cálculo de perdas de produtividades, deve ser realizada criteriosamente para a busca da verdade real. Em casos de contratos administrativos, obras públicas, os parâmetros utilizados devem estar em perfeita harmonia com as preconizações dos Editais de Licitação, a Proposta apresentada, o Contrato e seus Aditivos.

5.1. IDENTIFICAÇÃO DA PERDA DE PRODUTIVIDADE

A partir dos conceitos já apresentados no item “3.2 Produtividade” deste trabalho, tem-se que:

$$\text{Se, } \mathbf{Produtividade} = \frac{\mathbf{Output}}{\mathbf{Input}} \quad (\text{III})$$

A “Perda de Produtividade” pode ser definida matematicamente pela expressão a seguir, sempre que o seu resultado for positivo:

$$\mathbf{Perda de Produtividade} = \left\{ \left(1 - \frac{\mathbf{Produtividade Realizada}}{\mathbf{Produtividade Planejada}} \right) \times 100\% \right\} \quad (\text{IV})$$

$$\text{Se, } \mathbf{Fator de Produtividade} = \left(\frac{\mathbf{Produtividade Realizada}}{\mathbf{Produtividade Planejada}} \right) \quad (\text{V})$$

Então:

$$\mathbf{Perda de Produtividade} = \{ (1 - \mathbf{Fator de Produtividade}) \times 100\% \} \quad (\text{VI})$$

Caso o resultado da expressão acima seja negativo, significa que houve um ganho na produtividade.

5.2. OS “DADOS DE ENTRADA”

Para que se produza um trabalho de perícia sobre Perda de Produtividade tecnicamente correto, é necessário que haja um conjunto mínimo de dados de entrada, a saber: planilha de quantidades e preços, CPUs – composições de preços unitários, cronograma físico financeiro etc.

Dentre as principais informações que um perito de engenharia necessita para identificação da perda de produtividade e seu nexos causal, podem ser citados os seguintes “dados de entrada”:

- Modalidade de Contrato (Preços Unitários, Preço Global, Turn Key, EPC e outros);
- Planilhas de Quantidades e Preços dos Serviços, ou de quantificação das HH, HM, HE²⁴;
- CPUs – Composições de Preços Unitários, com a definição das produtividades de mão de obra, máquinas e equipamentos, e dos seus respectivos custos, previstos para cada um dos itens da Planilha de Quantidades e Preços dos Serviços;
- Composição do Custo Direto, subdividido em custos de pessoal, equipamentos e materiais;
- Composição do Custo Indireto e BDI, subdividido em custos de administração local, administração central, impostos, taxas, contingências, bônus e outros;
- Curvas ABC de pessoal, materiais e equipamentos;
- Cronogramas Físico-Financeiros Contratuais e/ou respectivos dados de acompanhamento;

²⁴ HH(Hora Homem), HM(Hora Máquina), HE(Hora Equipamento).

- Histogramas de Mão de obra Contratuais e/ou respectivos dados de acompanhamento;
- Histogramas de Máquinas e Equipamentos Contratuais e/ou respectivos dados de acompanhamento;
- Medições Mensais de serviços realizados;
- Apropriações de custos com registros das produtividades realizadas durante a execução dos serviços;
- Registros de Mão de Obra, Máquinas e equipamentos realizados em Diários de Obras, apontando as quantidades efetivas mobilizadas durante a execução dos serviços;
- Registros em diários de obra, cartas, atas de reuniões e de outras naturezas com as descrições dos fatos geradores das perdas de produtividades, alongamentos de prazos, impedimentos de execução normal dos serviços, etc.;
- Registros em Diários de Obra, cartas, atas de reuniões e de outras naturezas, com as Liberações de Projetos.

5.2.1. NA FALTA DE DADOS DE ENTRADA

Ocorre que há casos em que faltam alguns desses elementos, ou porque o contratante não os exigiu na época da contratação, ou porque a contratada, não sendo exigida, não cuidou de produzi-los.

Há, portanto, duas possibilidades, no caso da não exigência dos dados pelo contratante:

- os documentos foram regularmente produzidos na fase de orçamento, para consumo próprio, e podem ser repassados ao perito, atendendo à demanda da prova;
- os documentos não foram produzidos na fase de orçamento; nesse caso o perito tem que recorrer a dados médios, disponíveis em publicações e literatura específicas, ou a seu próprio banco de dados.²⁵

Como se vê, nem sempre o Perito terá a sua disposição todos os documentos acima citados. Como a precisão na análise dos dados e respectivas conclusões são função direta da consistência de informações obtidas, a ausência de um ou mais dos documentos listados deverá ser suprida através de técnicas específicas a cada caso.

5.3. CAUSAS DA PERDA DE PRODUTIVIDADE

A Perda de Produtividade pode ser provocada por diversas causas, dentre as quais pode-se citar:

- Projeto de engenharia incompleto ou deficiente;
- Deficiência na supervisão dos trabalhos;
- Trabalho fora de sequência;
- Quantidade não prevista de horas extras;
- Emprego exagerado de horas extras;
- Modificações de escopo;
- Paralisações não previstas;
- Condições climáticas não previstas;
- Ocorrência de condições locais divergentes das previstas em contrato, tais como ocorrência de rochas em escavações;
- Contrato com pontos obscuros;
- Execução de trabalhos simultâneos dentro do mesmo espaço físico;

²⁵ Ver referências de dados de mercado apresentadas nestas diretrizes

- Eventos de força maior;
- Quebra do ritmo de execução dos trabalhos;
- Aceleração (dirigida ou forçada);
- Mudança nas equipes de trabalho sem planejamento prévio;
- Mudanças nos turnos de trabalho sem planejamento prévio;
- Mudanças na logística dos serviços sem planejamento prévio;
- Desmotivação do pessoal para o trabalho e/ou treinamento mal executado;
- Dimensionamento incorreto das equipes;
- Aglomeração de mão de obra ou acúmulo excessivo de pessoas na mesma frente de serviço;
- Incapacidade de coordenar contratadas e/ou subcontratadas;
- Fadiga da equipe de produção;
- Mal funcionamento dos equipamentos de construção;
- Faltas de trabalhadores ao trabalho;
- Rotatividade de mão de obra;
- Falta de mão de obra qualificada;
- Curva de Aprendizagem;
- Relações trabalhistas e gerenciamento da mão de obra;
- Deficiências na aquisição de materiais incorporados;
- Necessidade de retrabalho por deficiência na execução;
- Não liberação de áreas para execução das obras;
- Aprovações ou respostas atrasadas;
- Interface de execução de obras conflituosa, devido à presença de mais de uma empresa contratada no site de construção das obras;
- Absenteísmo e síndrome do trabalhador ausente.

Estas causas podem se entrelaçar bem como envolver outras causas, provocando efeito cascata. Como referência para **estudo das causas** de Perda de Produtividade, cita-se, complementarmente, a “**Prática Recomendada n° 25R-03 da AACE® International - Como Estimar Perda de Produtividade de Mão de Obra em Pleitos de Construção**”²⁶.

5.4. IDENTIFICAÇÃO DO NEXO CAUSAL DA PERDA DE PRODUTIVIDADE

No mesmo diapasão da Valoração da Perda de Produtividade, a investigação pericial para a identificação do seu Nexo Causal é tarefa bastante árdua, mas depende intrinsecamente, além da perspicácia e expertise do Perito, diretamente da qualidade dos registros disponibilizados pelas partes.

Quanto aos registros mais importantes, podem ser citados, dentre outros muitos conforme tratados nos itens 4 e 5 destas diretrizes, os contratos, aditivos contratuais, ordens de serviços, ordens de paralizações, ordens de retomadas, sinistros ocorridos, diários de obras, e-mails, atas de reuniões, etc.

Lembrando sempre que os “registros bilaterais”, ou seja, aqueles nos quais constam as assinaturas de ambas as partes, contratante e contratado, tem validade inquestionável, e, portanto, devem ser obrigatoriamente considerados pelo Perito no processo investigatório do Nexo Causal.

²⁶ Na referência citada podem ser verificadas outras causas de perda de produtividade, assim como as conceituações destas causas.

Origem e causa podem ter o mesmo significado no nosso vocabulário, porém quando se trata de explicar fenômenos, e a perda de produtividade é um fenômeno, como se fosse uma enfermidade no sistema de produção de uma obra, o sentido no uso dessas duas palavras é diferente.

A identificação da “origem” vai levar o perito a identificar “quem deu causa” à perda de produtividade. Esta tarefa nem sempre é tarefa simples, pois a origem pode estar em mais de um protagonista envolvido no contrato, e neste caso existe a questão da responsabilidade concorrente que também pode ser quantificada pericialmente, conforme se verá adiante.

Dentre os diversos protagonistas, possíveis envolvidos e responsáveis pela origem da Perda de Produtividade, o Perito deve considerar em suas análises, dentre outros:

- contratante;
- contratado;
- projetistas;
- fiscalização da obra;
- gerenciamento da obra;
- fornecedores;
- mão-de-obra de produção;
- protagonistas externos ao contrato (origens e causas institucionais).

A investigação da “causa” vai levar o Perito a identificar o “efeito” e daí o “nexo causal”. A transferência de riscos de uma parte para a outra, conforme previsto em contrato, é definidora do Nexo Causal e, portanto, o Perito deve analisar pormenorizadamente as informações da Matriz de Riscos contratual, quando existente, assim como as definições de riscos e responsabilidades definidas contratualmente.

A Matriz de Riscos Contratuais²⁷ é um item que merece destaque dentro da Metodologia Pericial para Identificação do Nexo Causal da Perda de Produtividade e, caso a mesma não tenha sido disponibilizada pelas partes, poderá o Perito fazer a sua formação conforme as previsões contratuais sobre riscos, para que, com segurança, possa concluir sobre o Nexo Causal da Perda de Produtividade. Dentro da Matriz de Risco, estará o elo principal que une a origem, a causa e o efeito da Perda de Produtividade, definindo as responsabilidades e as partes responsáveis, que nas situações ora tratadas, são complementares na definição do Nexo Causal.

A perda de produtividade pode ter sua origem em questões pré-contratuais e/ou contratuais, tanto em fatos previsíveis quanto imprevisíveis, a depender dos efeitos das atuações de riscos ordinários ou extraordinários sobre a produtividade prevista no baseline.

Na análise da origem das perdas de produtividades, sugere-se que o Perito investigue a ocorrência de decisões ou falhas gerenciais das partes contratantes e/ou de seus subordinados envolvidos na cadeia contratual, em questões culturais ou de comportamentos humanos, em falhas ou defeitos de fabricação de equipamentos, além de várias outras origens, como se verá neste trabalho.

Também, como se viu no item 5.3., as causas da perda de produtividade podem ter diversas naturezas, humanas ou não humanas, e até mesmo origem composta.

²⁷ A Matriz de Riscos é obrigatória em contratos regidos pelas Leis 12.462 - Regime Diferenciado de Contratações; Lei 13.303 - Sociedade de Economia Mista; e na Nova Lei de Licitações Nº 14.133, de 1º de abril de 2021.

Quando o sistema de produção de uma obra de engenharia é afetado pela perda de produtividade, os resultados obtidos ficam abaixo dos resultados esperados e, conseqüentemente, afetam negativamente os prazos previstos nos cronogramas e os resultados e rentabilidades contratuais estabelecidas contratualmente entre as partes.

5.5. METODOLOGIA PERICIAL PARA IDENTIFICAÇÃO DO NEXO CAUSAL DA PERDA DE PRODUTIVIDADE

A partir dos registros disponibilizados pelas Partes, sugere-se que o Perito adote a seguinte sistemática Pericial para apuração do Nexo Causal:

1º passo: Correlação Origem/Protagonista em análise pericial de Perda de Produtividade

A partir dos registros disponíveis e após o Perito identificar a origem e o protagonismo (podendo haver mais de um protagonista) da Perda de Produtividade, poderá ser então estabelecida uma correlação direta ou indireta entre estas duas primeiras informações.

Ou seja, à título de exemplo, digamos que a origem da Perda de Produtividade tenha se dado na fase pré-contratual, em função de uma deficiência de projeto, por exemplo faltou o detalhamento de uma peça estrutural, e que a parte responsável pelo projeto era o contratante.

2º passo: Correlação Origem/Causa em análise pericial de Perda de Produtividade

Dando continuidade ao exemplo acima, digamos que o contratado, ao executar a estrutura, em função da falta de detalhamento, tenha improvisado uma solução e que esta improvisação tenha gerado perda de produtividade na execução da estrutura. Ou seja, a causa da perda de produtividade foi a improvisação da solução estrutural.

3º passo: Correlação Causa/Efeito em análise pericial de Perda de Produtividade

Dando continuidade ao exemplo acima, digamos que a Perda de Produtividade tenha introduzido um alongamento no prazo da obra e gerado custos adicionais para o contratante, e que, em função destes custos adicionais, o contratado tenha apresentado um pleito para receber tais custos, porém o contratante, ao invés de pagar o pleito, apresentou reconvenção, aplicando multa ao contratado.

4º passo: Nexo Causal - Conclusão Pericial referente a origem, protagonista, causa e efeito

Dando continuidade ao exemplo acima, vê-se claramente que existe o Nexo Causal entre a Perda de Produtividade reclamada pelo Contratado, em função da origem da perda, porém quem deu causa à perda foi o próprio contratado, ao improvisar uma solução para executar a estrutura. Neste caso fica evidente que tanto contratante quanto contratado tem responsabilidades sobre a Perda de Produtividade ocorrida.

Em casos em que o Nexo Causal é concluído a partir da responsabilidade de uma só das partes, contratante ou contratado, a questão está posta, ou seja, o responsável está identificado, porém em casos como o exemplo acima, o Perito deverá dar continuidade em suas análises conforme sugere-se no item a seguir.

5.6. METODOLOGIA PERICIAL PARA IDENTIFICAÇÃO DE RESPONSABILIDADES CONCORRENTES EM RELAÇÃO AO NEXO CAUSAL DA PERDA DE PRODUTIVIDADE NA PERÍCIA DE ENGENHARIA

Nestes casos o Perito pode, dentre outros métodos, utilizar a “Metodologia de Quantificação de Responsabilidades Concorrentes – MQRC”²⁸, publicada no Boletim Técnico Btec - 2021/011, que como o próprio nome sugere, trata de quantificar o quinhão de responsabilidade de cada parte envolvida na produção do dano. Para tanto, vale-se de aparato matemático disponibilizado por algumas técnicas, como a metodologia AHP - Analytic Hierarchy Process (Método de Análise Hierárquica), elaborada pelo Engenheiro e Perito José Antoniel Campos Feitosa, utilizada na quantificação da importância das causas na ocorrência do problema, e da aplicação direta de pesos, na quantificação da responsabilidade das partes na ocorrência das causas. É a responsabilidade concorrente, portanto, quantificada em duplo grau, conforme as etapas da formação do dano: i) grau de importância das causas na ocorrência do dano; e ii) grau de participação da parte em cada uma das causas.

²⁸ Disponível em <https://ibape-nacional.com.br/biblioteca/wp-content/uploads/2021/09/BTec-2021-011-Metodologia-dequantificacão-de-responsabilidades-concorrentes.pdf>

Com base no artigo científico “Perícia em empreendimentos de engenharia em situação de conflito com o uso de métodos de apoio à tomada de decisão com múltiplos critérios”, apresentado no XIX COBREAP - CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS - IBAPE/PR – 2017, em Foz do Iguaçu/PR, agraciado com Menção Honrosa. Disponível em: <https://ibape--nacional.com.br/biblioteca/wp-content/uploads/2017/08/031.pdf>

6. QUANTIFICAÇÃO DA PERDA DE PRODUTIVIDADE

6.1. CRITÉRIOS OBJETIVOS

Conforme relatado anteriormente, a quantificação da perda de produtividade precisa ser baseada em critérios objetivos e fundamentados, afastando a utilização de opiniões.

Esta quantificação será mais precisa quanto melhor forem os registros disponíveis sobre a produtividade real do contrato. Se os registros não estiverem disponíveis ou forem insuficientes, este documento apresenta metodologias para consideração do Perito.

O tratamento da perda da produtividade em perícias tem como característica marcante ser executado após o encerramento do período afetado do contrato e na maioria das vezes com o contrato encerrado ou rescindido, em reivindicações e pleitos. Diferencia-se então de recursos possíveis quando o contrato ainda está em execução, com outros objetivos.

As metodologias apresentadas neste capítulo são opções para que o Perito analise os eventos que possam ser associados à perda de produtividade e os compare com as informações e registros disponíveis, fazendo sua escolha de modo a compatibilizar os objetivos e premissas de sua quantificação.

6.2. CONCOMITÂNCIA

O conceito de concomitância está associado a eventos que acontecem ao mesmo tempo, mas decorrentes de causas distintas, normalmente com responsabilidades diferentes.

Pode-se mencionar, por exemplo, atraso na entrega de um equipamento por um subfornecedor para o contratado e ao mesmo tempo modificação do projeto pelo contratante. Os dois eventos têm como consequência a mudança no ritmo dos trabalhos, afetando a produtividade da equipe, e dificilmente consegue-se identificar efeitos próprios a cada um deles.

Esta discussão é similar ao impacto desses tipos de eventos em atrasos de cronograma, tratada como atraso concorrente, e demanda análise cuidadosa do Perito.

6.3. METODOLOGIAS

6.3.1. PRODUTIVIDADE NATURAL (MEASURED MILE)

Consiste na comparação entre a produtividade da frente de trabalho não impactada, com a produtividade obtida em outra frente similar, impactada.

Na literatura técnica disponível, a técnica *Measured Mile* é considerada como metodologia preferencial frente às demais.

6.3.1.1. A CAUSA RAIZ DA PERDA DE PRODUTIVIDADE

Inicialmente é necessário identificar a causa raiz do impacto, ou seja, aquela que possivelmente alterou a produtividade esperada.

É necessário comprovar que as atividades comparadas, impactada e não impactada, são similares.

Questionários aplicados aos envolvidos, quando possível, podem contribuir, complementando as investigações.

É possível também a obtenção de dados de produtividade, em projetos similares. Quanto mais semelhante o projeto, inclusive quanto à logística, prazo, condições meteorológicas, objetivo, localização, etc., maior será a credibilidade da fonte de comparação.

Recomendamos cuidado absoluto quanto à diferença entre produtividade real de um projeto em comparação à produtividade estimada.

6.3.1.2. INVESTIGAÇÃO DA ATIVIDADE NÃO IMPACTADA

É de fundamental importância verificar se os dados de produção não impactados estão corretos e são confiáveis. É recomendável comparar a produtividade não impactada com referências consagradas, identificando HH, equipamentos e materiais usados.

A credibilidade da produtividade não impactada é obtida quando comprovado que a proposta ou estimativa original foi razoável e isenta de quaisquer erros significativos.

Recomendamos considerar um período não impactado representativo, refletindo as condições originais de orçamento e planejamento.

6.3.1.3. INVESTIGAÇÃO DA ATIVIDADE IMPACTADA

Após a identificação da atividade impactada, são analisados os registros de produtividade, o tipo de trabalho desenvolvido e a equipe envolvida.

É necessário investigar se a contratada não foi responsável por qualquer dos eventos que levaram à perda da produtividade.

Recomendamos identificar e avaliar outras possíveis causas para o impacto alegado e, se constatadas, explicar por que elas não se aplicam.

6.3.1.4. AJUSTES NECESSÁRIOS PARA COMPARAÇÃO

As atividades de trabalho impactadas e não impactadas devem recorrer à mão-de-obra do mesmo grupo de trabalho e ambas as atividades devem envolver nível de habilidade e esforço semelhantes.

As atividades devem ser colocadas na mesma condição, sendo observadas inclusive as diferentes épocas do ano e local.

A única diferença que deve ser preservada é aquela considerada como a causa do impacto.

É possível, com o auxílio de gráficos, explicar de forma didática os períodos impactados e não impactados.

Depois de desenvolver os fatores de produtividade e custos de equipe, basta aplicá-los às quantidades de trabalho impactadas, para quantificação do impacto.

6.3.2. ANÁLISE DE VALOR AGREGADO/ANÁLISE DE PRAZO AGREGADO

6.3.2.1. ANÁLISE DE VALOR AGREGADO (AVA)

O gerenciamento de um projeto — aqui considerado como o empreendimento: a ideia, a análise de viabilidade, os desenhos, a contratação, a execução, as disputas, as revisões, os testes, a entrega e o uso — requer a correta leitura de sua situação no tempo, sendo esse o diferencial entre o monitoramento e o gerenciamento de um projeto. Enquanto aquela contabiliza e relata, essa se preocupa em saber se o que foi planejado está, de fato, sendo executado.

Para a eficácia desse gerenciamento, foi criado ainda nos primórdios do gerenciamento de projetos o Sistema de Medição do Valor Agregado (EVMS – *Earned Value Measurement System*), que tem em sua base a determinação do valor agregado — técnica de gerenciamento que relaciona planejamento de recursos ao cronograma e requisitos de desempenho (Kerzner, 2015).

Tanto o EVMS, quanto a técnica do valor agregado, terminaram por serem difundidas pela nomenclatura de Análise (ou Gerenciamento) de Valor Agregado (AVA).

A Análise de Valor Agregado (AVA) permite mostrar onde o projeto se encontra e para onde o projeto está indo através do princípio fundamental de que padrões e tendências passadas podem servir como bons prognósticos para o futuro (Coutinho, 2013).

Conforme o PMBOK, a análise de valor agregado (AVA) compara a linha de base da medição do desempenho com o cronograma real e o desempenho dos custos.

A AVA desenvolve e monitora três dimensões-chave de cada pacote de trabalho e conta de controle:

- **Valor planejado (VP):** é, para uma data de referência, o orçamento autorizado designado ao trabalho agendado. É o orçamento autorizado para a data de referência;
- **Valor agregado (VA):** é a quantidade do valor planejado que foi realizado. É o orçamento associado ao trabalho autorizado que foi concluído;
- **Custo real (CR):** é o custo realizado incorrido no trabalho executado de uma atividade, durante um período específico. É o custo total incorrido na execução do trabalho medido pelo VA.

Tomando-se a forma acumulada (Curva “S”) dos valores de um projeto, essas grandezas estariam representadas conforme gráfico a seguir.

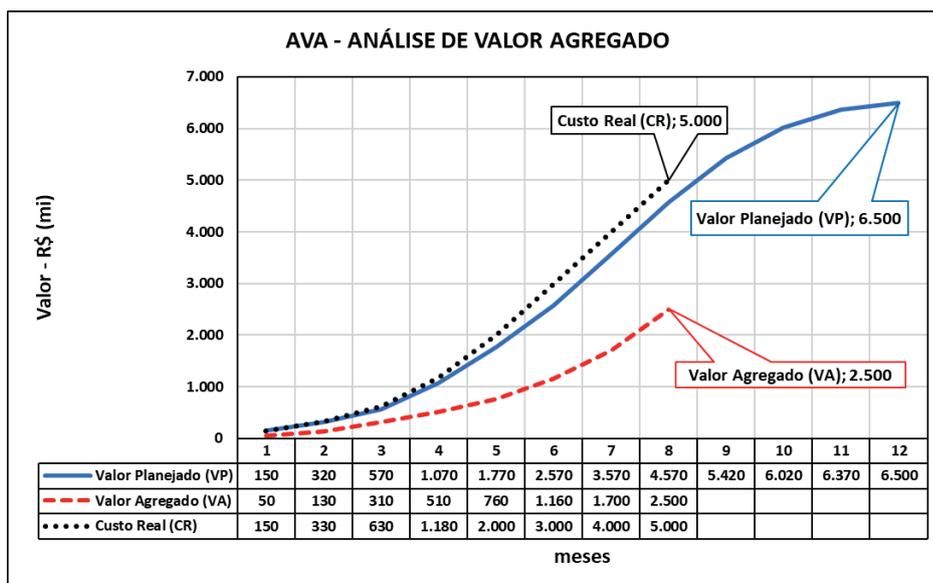


Figura 5 - Análise de valor agregado (exemplo).

No projeto representado na figura acima, algumas informações são obtidas de imediato:

- ONT (orçamento no término) é de R\$ 6,5 mi;
- prazo total é de 12 meses;
- mês de análise é o 8°;
- VP para o mês 8 é de R\$ 4,57 mi
- custo real está acima do valor planejado (VP); e
- VA está abaixo do VP.

A partir dessas três dimensões-chave (VP, VA e CR), é possível definir métricas voltadas à análise e previsão relacionados ao projeto.

Um bom resumo das fórmulas da AVA encontra-se no Guia PMBOK, abaixo transcrito.

Tabela 7-1. Tabela de resumo dos cálculos do valor agregado

Análise de valor agregado					
Abreviação	Nome	Definição léxica	Como usada	Equação	Interpretação de resultado
VP	Valor planejado	O orçamento autorizado designado ao trabalho agendado.	O valor do trabalho planejado a ser concluído em um determinado momento, geralmente a data da conclusão dos dados ou do projeto.		
VA	Valor agregado	A medida do trabalho executado expressa em termos do orçamento autorizado para tal trabalho.	O valor planejado de todo o trabalho concluído (agregado) até um determinado momento, geralmente a data dos dados, sem referência aos custos reais.	$VA = \text{soma do valor planejado do trabalho concluído.}$	
CR	Custo real	O custo realizado incorrido no trabalho executado de uma atividade, durante um período específico.	O custo real de todo o trabalho concluído até um determinado momento, geralmente a data dos dados.		
ONT	Orçamento no término (ONT)	A soma de todos os orçamentos estabelecidos para o trabalho a ser executado.	O valor do trabalho total planejado, a linha de base do projeto.		
VC	Variação de custos	A quantidade de déficit ou excedente orçamentário em um determinado momento, expressa como a diferença entre o valor agregado e o custo real.	A diferença entre o valor do trabalho concluído até um determinado momento, geralmente a data dos dados, e os custos reais no mesmo determinado momento.	$VC = VA - CR.$	Positivo = Custo mais baixo que o planejado Neutro = Custo conforme planejado Negativo = Custo mais alto que o planejado
VPR	Variação de prazos	A quantidade de tempo em que o projeto está adiantado ou atrasado em relação à data de entrega planejada, em um determinado momento, expressa como a diferença entre o valor agregado e o valor planejado.	A diferença entre o trabalho terminado até um determinado momento, geralmente a data dos dados, e o trabalho planejado a ser concluído no mesmo determinado momento.	$VPR = VA - VP$	Positivo = Adiantado Neutro = No prazo Negativo = Atrasado
VNT	Variação no término	Uma projeção da quantidade do déficit ou do excedente do orçamento, expressa como a diferença entre o orçamento no término e a estimativa no término.	A diferença estimada em custos no término do projeto.	$VNT = ONT - ENT$	Positivo = Custo mais baixo que o planejado Neutro = Custo conforme planejado Negativo = Custo mais alto que o planejado
IDC	Índice de desempenho de custos	Uma medida da eficiência de custos dos recursos orçados expressa como a relação valor agregado/custo real.	Um IDC de 1.0 significa que o projeto está exatamente de acordo com o orçamento e que o trabalho efetivamente realizado até o momento é o mesmo que o custo até o momento. Outros valores mostram a porcentagem relativa a quanto os custos estão acima ou abaixo da quantia orçada para o trabalho executado.	$IDC = VA/CR$	Maiores que 1.0 = Mais baixo que o planejado Exatamente 1.0 = Custo conforme planejado Menor que 1.0 = Custo mais alto que o planejado
IDP	Índice de desempenho de prazos	Uma medida de eficiência do cronograma expressa como a relação do valor agregado/valor planejado.	Um IDP de 1.0 significa que o projeto está no prazo certo, que o trabalho efetivamente realizado até o momento é exatamente o mesmo que o trabalho planejado para ser feito até agora. Outros valores mostram a porcentagem relativa a quanto os custos estão acima ou abaixo da quantia orçada para o trabalho executado.	$IDP = VA/VP$	Acima de 1.0 = Adiantado Exatamente 1.0 = No prazo Abaxo de 1.0 = Atrasado
ENT	Estimativa no término	O custo total esperado de finalização de todo o trabalho, expresso como a soma do custo real atual e a estimativa de finalização.	Caso se espere que o IDC será o mesmo para o restante do projeto, a ENT pode ser calculada usando: Se o trabalho futuro será realizado na taxa planejada, usar: Se o plano inicial não for mais válido, usar: Se tanto o IDC como o IDP influenciarem o trabalho restante, usar:	$ENT = ONT / IDC$ $ENT = CR + ONT - VA$ $ENT = CR + EPT \text{ bottom-up}$ $ENT = CR + [(ONT - VA) / (IDC \times IDP)]$	
EPT	Estimativa para terminar	O custo esperado para finalizar o trabalho restante do projeto.	Assumindo-se que o trabalho esteja transcorrendo como planejado, o custo do término do restante do trabalho autorizado pode ser calculado usando: Reestimar o restante do trabalho de baixo para cima.	$EPT = ENT - CR$ $EPT = \text{Reestimar}$	
IDPT	Índice de desempenho para término	Uma métrica de desempenho de custos que deve ser obrigatoriamente alcançada com os recursos restantes a fim de cumprir uma meta especificada de gerenciamento, expressa como a razão do custo para terminar o trabalho restante em relação ao orçamento restante.	A eficiência que deve ser mantida a fim de terminar como planejado. A eficiência que deve ser mantida a fim de concluir a ENT atual.	$IDPT = (ONT - VA)/(ONT - CR)$ $IDPT = (ONT - VA)/(ENT - CR)$	Maiores que 1.0 = Mais difícil de terminar Exatamente 1.0 = O mesmo para terminar Menor que 1.0 = Mais fácil de terminar Maiores que 1.0 = Mais difícil de terminar Exatamente 1.0 = O mesmo para terminar Menor que 1.0 = Mais fácil de terminar

Figura 6 – Tabela de resumo dos cálculos do valor agregado - Fonte: PMBOK, 5ª ed. (PMI, 2013).

Para o exemplo em questão, teríamos os seguintes indicadores:

- Variação de custos (VC) = VA – CR => VC = 2.500,00 – 5.000,00 = - 2.500,00
- Como VC é negativo, o custo atual está mais alto do que o planejado.
- Variação de prazo (VPR) = VA – VP => 2.500,00 – 4.570,00 = - 2.070,00
- Como VPR é negativo, o projeto está atrasado.

Esses valores são ratificados pelos respectivos índices de desempenho:

- Índice de Desempenho de Custos (IDC) = VA/CR => 2.500,00/5.000,00 = 0,500

Como IDC < 1, o custo atual está mais alto do que o custo planejado.

- Índice de Desempenho de Prazos (IDP) = VA/VP = 2.500,00/4.570,00 = 0,547

Como IDP < 1, o projeto está atrasado.

Conclusão: na data de referência (mês 8), o projeto está atrasado e custando mais caro do que o previsto.

Dentre as previsões que podem ser realizadas a partir da AVA, destacam-se as seguintes:

- Previsões relacionadas ao custo
 - ENT (Estimativa no término do orçamento total)

Responde à pergunta: Quanto o projeto provavelmente custará?

Caso se considere que o IDC será o mesmo para o restante do projeto, a ENT é calculada a partir da equação: ENT = ONT/IDC => 6.500,00/0,5 = R\$ 13.000,00

- EPT (Estimativa para terminar no orçamento)

Responde à pergunta: Quanto custará o trabalho restante?

Caso se considere que o trabalho esteja transcorrendo como planejado, a EPT é calculada a partir da equação: EPT = ENT – CR => 13.000,00 – 5.000,00 = R\$ 8.000,00

- Previsões relacionadas ao prazo

Duração prevista: 12 meses; Data de referência: 8 (mês); IDP = 0,547; IDC = 0,5

- Perspectiva otimista: admite que o atraso/adiantamento é pontual e que o restante do projeto seguirá conforme o ritmo planejado.

Atraso = (1 – 0,547) x 8 = 3,6 meses => Duração prevista = 12+3,6 = 15,6 meses
=> Duração otimista = 15,6 meses

- Perspectiva realista: admite que o ritmo empreendido até então se prolongará até o final do projeto.

Duração realista = 12/0,547 = 21,9 meses => Duração realista = 21,9 meses

- Perspectiva pessimista: admite que tanto o desempenho do tempo, quanto o desempenho do custo interferirá no prazo final.

Duração pessimista = 12/(0,547x0,5) = 43,9 meses => Duração pessimista = 43,9 meses

Na fórmula a seguir existe uma diferença entre os dois números indicados, sendo o correto 4

- Estimativa dos três pontos:

Duração = (Duração otimista + 4 x Duração realista + Duração pessimista) / 6
= (15,6 + 4 x 21,9 + 43,9) / 6 = 24,5 meses

Duração conforme estimativa dos três pontos = 24,5 meses

Conclusão da Análise de Valor Agregado para o exemplo dado:

Considerando a análise realizada no mês 8, pode-se afirmar que, com base no desempenho atual:

- O projeto está atrasado em 3,6 meses.
- O projeto, cujo valor planejado inicialmente era de R\$ 6,5 milhões, será concluído a um custo final de R\$ 13 milhões.
- A duração inicial, que era de 12 meses, está estimada, atualmente, em 24,5 meses.

6.3.2.2. ANÁLISE DE PRAZO AGREGADO (APA)

Embora os indicadores da AVA forneçam bons parâmetros para o gerenciamento de um projeto, percebeu-se que a partir do terço final de um projeto atrasado, a Variação do Prazo (VPR) tende a zero (pois sendo o $VPR = VA - VP$, e o VA tendendo ao VP, logo $VPR \rightarrow 0$) e o IDP tende a 1 (pois $IDP = VA/VP$, e $VA \rightarrow VP$, logo $IDP \rightarrow 1$), distorcendo as informações para um projeto que enfrenta problemas. Isso se dá porque, diferente da Variação de Custo (VC) e do Índice de Desempenho de Custo (IDC) que utiliza o Custo Real, que independe do término do projeto, enquanto a VPR e o IDP utilizam como referência o VP, que, obviamente, para de crescer quando o projeto atinge a duração planejada,

Observando esse fenômeno, Walter Lipke (2009) sugeriu então que tanto a VPR, quanto o IDP, fossem calculados com base no prazo e não mais no custo, formulando assim o conceito de Prazo Agregado (PA), que significa determinar o instante em que o Valor Agregado (VA) deveria ter ocorrido. Graficamente, temos:

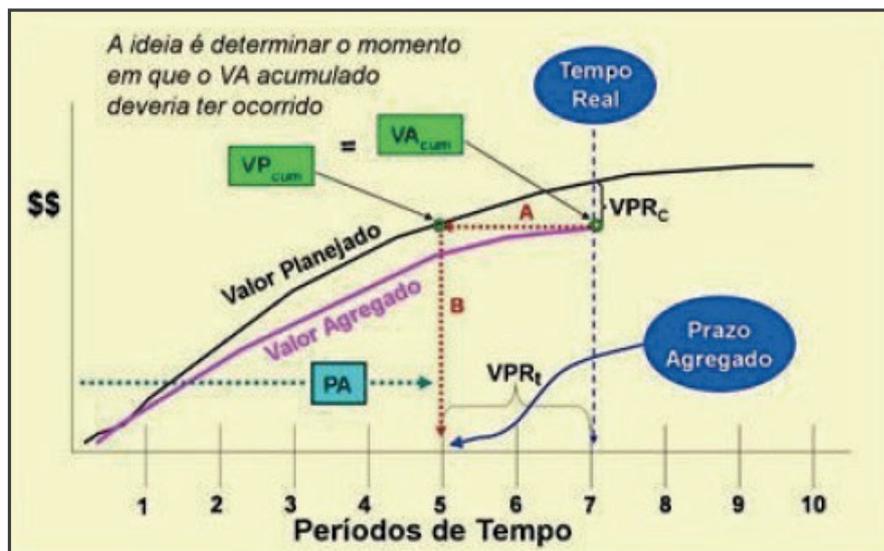


Figura 7 - Conceito de Prazo Agregado (PA). Fonte: W. Lipke, 2009

Vê-se, no gráfico, a curva “S” do valor planejado (VP) e a curva “S” do valor agregado (VA), que é a soma acumulada do trabalho executado. O mês de análise é o mês 7. Na curva do valor agregado, temos no mês 7 o montante executado igual a “VA”. Projetando horizontalmente esse valor para esquerda, até encontrar a curva do valor planejado, encontramos o ponto “VP”. Como VA e VP estão na mesma altura, $VA = VP$. Projetando agora verticalmente esse ponto “VP” até encontrar o eixo do tempo, encontramos o mês 5. Ou seja, o valor efetivamente produzido (VA) no mês 7, deveria ter ocorrido no mês 5. Esse período de tempo, de 0 até 5, é o Prazo Agregado. O período de tempo correspondente ao mês de análise, de 0 a 7, é o Tempo Real (TR).

Os indicadores de prazo derivados do método do PA são definidos da seguinte forma:

- Variação de Prazo: $VPR(t) = PA - TR$
- Índice de Desempenho em Prazo: $IDP(t) = PA / TR$

Para o exemplo da figura 8, teríamos o seguinte:

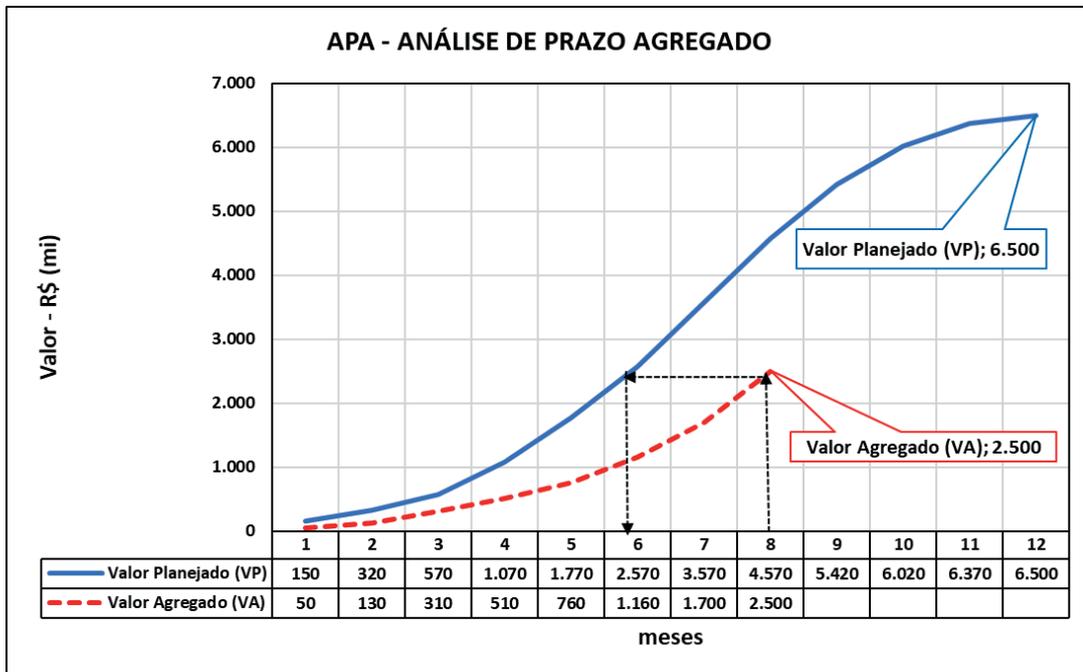


Figura 8 - Análise de prazo agregado (exemplo).

O prazo agregado (PA) é obtido por interpolação:

$$PA = n1 + \frac{VA - VPn1}{VPn2 - VPn1} \quad (VI)$$

Onde:

PA: Prazo Agregado

VA: Valor agregado

n1: data do valor planejado imediatamente inferior ao VA

n2: data do valor planejado imediatamente superior ao VA

VPn1: Valor planejado na data n1

VPn2: Valor planejado na data n2

Substituindo, vem:

$$PA = 5 + (2.500 - 1.770) / (2.570 - 1.770) = 5,9 \text{ meses.}$$

Esse valor de 5,9 meses significa que o valor agregado verificado no mês 8 deveria ter ocorrido no mês 5,9 (ou com 5 meses e 27 dias de duração).

Assim:

$$VPR(t) = PA - TR = 5,9 - 8 = -2,1 \text{ meses} \Rightarrow VPR(t) = -2,1 \text{ meses}$$

$$IDP(t) = PA / TR = 5,9 / 8 = 0,74 \Rightarrow IDP(t) = 0,74$$

O VPR (t) negativo indica não apenas que o projeto está atrasado, como também quantifica esse atraso em 2,1 meses, o que se configura uma evolução à AVA.

Com esses indicadores calculados agora com base no prazo e não mais no custo, as previsões relacionadas ao prazo podem ser revistas a partir do conceito de Prazo Agregado, conforme adiante.

- Previsões relacionadas ao prazo, utilizando a Análise de Prazo Agregado (APA)

Duração prevista: 12 meses; Data de referência: 8 (mês); IDP (t) = 0,74; IDC = 0,5

- Perspectiva otimista: admite que o atraso/adiantamento é pontual e que o restante do projeto seguirá conforme o ritmo planejado.

Atraso = $(1 - 0,74) \times 8 = 2,1$ meses => Duração prevista = $12 + 2,1 = 14,1$ meses
=> Duração otimista = 14,1 meses

- Perspectiva realista: admite que o ritmo empreendido até então se prolongará até o final do projeto.

Duração realista = $12 / 0,74 = 16,2$ meses => Duração realista = 16,2 meses

- Perspectiva pessimista: admite que tanto o desempenho do tempo, quanto o desempenho do custo interferirá no prazo final.

Duração pessimista = $12 / (0,74 \times 0,5) = 32,4$ meses => Duração pessimista = 32,4 meses

- Estimativa dos três pontos:

Duração = $(\text{Duração otimista} + 4 \times \text{Duração realista} + \text{Duração pessimista}) / 6 = (14,1 + 4 \times 16,2 + 32,4) / 6 = 18,6$ meses

Duração conforme estimativa dos três pontos = 18,6 meses

- Conclusão da Análise de Prazo Agregado para o exemplo dado

Considerando a análise realizada no mês 8, pode-se afirmar que, com base no desempenho atual:

- a) O projeto está atrasado em 2,1 meses.
- b) O projeto, cujo valor planejado inicialmente era de R\$ 6,5 milhões, será concluído a um custo final de R\$ 13 milhões.
- c) A duração inicial, que era de 12 meses, está estimada, atualmente, em 18,6 meses.

6.3.3. REFERÊNCIAS DE FATORES GERAIS

Para verificação e determinação da produtividade não impactada, inicialmente adotada; e para estabelecer a base original de orçamento e planejamento, quando não disponibilizados os documentos necessários; são sugeridas as seguintes referências:

- **Sistema de Custos Referenciais de Obras – SICRO**, que aglutina todo conhecimento técnico necessário à elaboração de orçamentos de obras e serviços no âmbito do DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes). A partir da disponibilização de custos de referência de serviços e insumos, para os modais rodoviário, aquaviário e ferroviário, além da definição de metodologias e despesas envolvidas na confecção dos orçamentos, o SICRO consta do Decreto nº 7.983/2013²⁹ como repositório de informações referenciais para obras de infraestrutura de transportes.
- **SINAPI** - Atendendo ao disposto no Decreto 7.983/2013 e na Lei 13.303/2016³⁰ (Lei das Estatais) a CAIXA disponibiliza relatórios com referências de preços de insumos e de custos de composições de serviços;

²⁹ Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2013/decreto/d7983.htm

³⁰ Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/lei/113303.htm

- Tabelas de custos e composições de Secretarias Estaduais e Municipais de Obras Públicas;
- Tabelas de custos e composições de concessionárias de serviços públicos, sociedades de economia mista, etc., responsáveis pela prestação de serviços de saneamento, distribuição de energia elétrica, etc.;
- **TCPO** - Tabela de Composições e Preços para Orçamentos. Lançada há mais de 60 anos, em 1955, quando reunia 100 serviços de construção anteriormente publicados na revista "A Construção" em São Paulo. Atualmente a Base TCPO conta com mais de 8.500 composições de serviços e preços de referência calculados pelo departamento de Engenharia da PINI e composições de empresas da indústria de materiais e serviços de construção civil;
- **SBC Informativo**³¹ - 10.895 composições e 8.617 insumos em 27 capitais. As composições constantes da base de dados SBC, são adequadas, cidade a cidade em função da produtividade de mão-de-obra, assim como em relação a preços e custos. As composições são organizadas de acordo com o Decreto 92.100³² que dispõe sobre a cronologia para a orçamentação de obras;
- Manual de produção – Caterpillar e de outros fabricantes de equipamentos;
- Manual prático de Escavação – Terraplenagem e Escavação de rocha – Hélio de Souza Ricardo e Guilherme Catalani;
- Custos - Empresa de Obras Públicas do Estado do Rio de Janeiro³³;
- Sudecap – Prefeitura Municipal de Belo Horizonte³⁴.

6.3.4. FATORES QUE AFETAM A PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA – MCAA

6.3.4.1. INTRODUÇÃO

O cálculo ou estimativa de perda de produtividade é tema recorrente e polêmico. Ao contrário do que ocorre com custos de caráter objetivo, a perda de produtividade não é facilmente mensurável durante a execução das obras. Tanto onexo causal quanto o mérito referente aos pleitos de perda de produtividade são difíceis de serem estabelecidos em um trabalho pericial.

A Prática Recomendada nº 25R-03³⁵ da AACE® apresenta um rol de métodos tecnicamente aceitáveis, possíveis de serem utilizados para o cálculo da perda de produtividade em obras. Dentre eles existem aqueles diretos, por meio de estudos específicos das informações da obra em análise, e outros estimativos, que dependem de uma avaliação subjetiva efetuada pela perícia, com base em sua experiência e estudo crítico dos documentos e registros da obra.

Sob a ótica pericial e de forma simplificada, frisa-se que quando não existe possibilidade de fazer o cálculo pelo método direto, como na Produtividade Natural, tem-se utilizado os Fatores MCAA, apresentando as ressalvas necessárias, o que tem sido aceito tanto por juízes quanto por tribunais arbitrais.

³¹ Disponível em <https://informativosbc.com.br/>. Acesso em 27 de outubro de 2021.

³² Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/D92100.htm. Acesso em 27 de outubro de 2021.

³³ Disponível em http://www.emop.rj.gov.br/noticia_dinamica_1.asp?id_noticia=5. Acesso em 27 de outubro de 2021.

³⁴ Disponível em (<https://prefeitura.pbh.gov.br/sudecap/tabela-de-precos>). Acesso em 27 de outubro de 2021

³⁵ Prática Recomendada nº 25R-03 da AACE® International. Como estimar perda de produtividade de mão de obra em pleitos de construção. Disponível em: <<http://brasil-aacei.org/wp-content/uploads/2016/09/25R-03-Como-Estimar-Perda-de-Produtividade-em-Pleitos-de-Construcao.pdf>> Acesso em 14 abr. 2021.

6.3.4.2. O QUE É

O documento intitulado “*Factors Affecting Labor Productivity*”³⁶, em tradução livre: Fatores que afetam a produtividade da mão de obra, foi elaborado por MCAA – *Mechanical Contractors Association of America*, que também pode ser traduzido de forma livre por Associação de Empreiteiros da Área Mecânica da América do Norte. É conhecido no meio da construção como “Fatores MCAA” e compõe, desde 1971, o “Manual de Métodos de Gestão” da associação.

Esse material tem sido amplamente aceito e utilizado pela engenharia de custos tanto para estimar perdas de produtividade de mão de obra de forma antecipada, isto é, em pedidos de mudança ou alteração de escopo durante a obra, quanto para precificar retroativamente perdas após a conclusão do trabalho, inclusive em trabalhos periciais nesse último caso.

De modo simplificado, trata-se de um guia que oferece diretrizes para estimar perdas de produtividade em questões de construção, por meio da análise e aplicação de fatores que descrevem causas geradoras de improdutividade.

São elencados os 16 fatores que podem afetar a produtividade da mão de obra, estabelecendo percentuais de perda para cada fator, dependendo da gravidade da situação analisada.

Apresenta-se tradução livre da tabela MCAA Factors, com a ótica da engenharia pericial.

³⁶ MCAA Bulletin No. PD2 Revised (Replaces 2005 version). *Factors Affecting Labor Productivity*. pp. 599-626. Disponível em: <<https://www.mcaa.org/pca/wp-content/uploads/sites/3/2016/07/M8PDF.pdf>> Acesso em 14 abr. 2021.

FATOR	PERCENTUAL DE PERDA POR FATOR		
	Menor	Médio	Severo
1. ACÚMULO DE EMPREITEIROS: as operações ocorrem dentro de um espaço fisicamente limitado junto com outros contratados. Resulta em congestionamento de pessoal, incapacidade de localizar ferramentas adequadamente, aumento da perda de ferramentas, riscos adicionais de segurança e aumento de visitantes. O tamanho ideal da equipe não pode ser utilizado.	10%	20%	30%
2. MORAL E ATITUDE: risco excessivo, competição por horas extras, excesso de inspeção, múltiplas alterações no contrato e retrabalho, interrupção do ritmo e do cronograma de trabalho, más condições do local, etc.	5%	15%	30%
3. REALOCAÇÃO DE MÃO DE OBRA: a perda ocorre com a movimentação de mão de obra entre frentes de trabalho por conta de alterações inesperadas, excessivas ou para agilizar ou reprogramar a conclusão de certas fases de trabalho. Impossibilidade de programação e preparação prévias para que ocorra uma mudança ordenada.	5%	10%	15%
4. INEFICIÊNCIA NO TAMANHO DA EQUIPE TÉCNICA: adicionar trabalhadores às equipes já existentes "interrompe" o desempenho habitual, afetando o ritmo de trabalho. Aplica-se também às horas planejadas de contrato.	10%	20%	30%
5. OPERAÇÕES CONCORRENTES: acúmulo de serviços do próprio contratado. Efeito de adicionar um serviço novo à sequência de serviços já planejada no cronograma. A menos que a implementação gradual e controlada de serviços adicionais seja feita, o fator se aplicará a todas as horas de contrato restantes e propostas.	5%	15%	25%
6. DILUIÇÃO DA SUPERVISÃO: aplica-se tanto ao contrato base quanto às propostas de alterações. A supervisão é desviada para (a) analisar e planejar a mudança, (b) parar e replanejar o trabalho afetado, (c) take-off, solicitar e agilizar materiais e equipamentos, (d) incorporar a mudança ao cronograma, (e) instruir a equipe, (f) supervisionar o trabalho em andamento, e (g) revisar listas de pendências, testes e requisitos para a inicialização do serviços (kick off).	10%	15%	25%
7. CURVA DE APRENDIZADO: período de orientação para familiarização com as condições de mudança. Se novos trabalhadores são adicionados ao projeto, os efeitos são mais graves à medida que devem aprender os procedimentos de trabalho, etc. Rotatividade da equipe.	5%	15%	30%
8. ERROS E OMISSÕES: aumento nos erros e omissões em razão de as alterações geralmente serem realizadas com base em falhas/incompatibilidades, fora da sequência executiva ou causarem diluição da supervisão ou quaisquer outros fatores negativos.	1%	3%	6%
9. OCUPAÇÃO BENÉFICA: trabalhar sobre, em torno de ou nas proximidades da equipe do contratante ou do equipamento de produção. Também necessidade de autorizações, limitações de ruído, poeira e requisitos especiais de segurança e restrições de acesso por causa do contratante. Uso das instalações pelo contratante antes da conclusão do contrato.	15%	25%	40%
10. OCUPAÇÃO CONJUNTA: a mudança faz com que o trabalho seja executado enquanto as instalações estão ocupadas por outros contratados não previstos na proposta/planejamento original.	5%	12%	20%
11. ACESSO AO LOCAL: interferências no acesso adequado às áreas de trabalho, gerenciamento deficiente do elevador de obra ou locais de trabalho grandes e congestionados.	5%	12%	30%
12. LOGÍSTICA: fornecimento de materiais pelo contratante, com problemas no controle do almoxarifado, em especial no fornecimento/fluxo de materiais para as áreas de trabalho. Também mudanças contratuais que causam problemas de aquisição e entrega de materiais e remanejamento de materiais substituídos no local.	10%	25%	50%
13. FADIGA: esforço físico incomum. Mudanças de frente afetam a performance.	8%	10%	12%
14. EFEITO CASCATA: mudanças no trabalho de um contratado afeta o trabalho do outro. Uma solução é solicitar, na primeira reunião, que todos os avisos/boletins de alterações sejam enviados ao Gerente de Contrato.	10%	15%	20%
15. HORAS EXTRAS: reduz a produtividade e a eficiência do trabalho por meio da fadiga física e do cansaço mental.	10%	15%	20%
16. MUDANÇA DE ESTAÇÃO E CLIMA: clima muito quente ou muito frio.	10%	20%	30%

Figura 9 - Tabela MCAA Factors.

Os Fatores MCAA auxiliam no estabelecimento de uma relação de causa e efeito, isto é, do nexos de causalidade entre a intercorrência e a perda de produtividade, trazendo alguns parâmetros que podem ser úteis em um trabalho pericial, o que usualmente é difícil de se estabelecer de maneira objetiva com informações da obra.

6.3.4.3. COMO USAR OS FATORES MCAA

Os custos adicionais de mão de obra na execução de um empreendimento resultam de perda de produtividade que, por sua vez, é o mesmo que ineficiência. Assim, produtividade pode ser entendida como a quantidade produzida por unidade de tempo. Se a produtividade diminuir, a mão de obra tenderá a aumentar, seja pelo acréscimo de efetivo ou pela extensão do período de permanência.

6.3.4.4. PERDA DE PRODUTIVIDADE DE MÃO DE OBRA

A perda de produtividade de mão de obra é caracterizada quando ocorrem eventos que não poderiam ser previstos pelo contratado à época da negociação. Um exemplo é a modificação de escopo com adição ou subtração de serviços no decorrer da obra, o que interfere no fluxo e no ritmo dos trabalhadores, afetando cronograma, espaços de trabalho, capacidade dos supervisores de gerenciar a mão de obra, aquisição de materiais e equipamentos, dentre outros.

A situação descrita pode gerar até mesmo um impacto cumulativo, caso o trabalho seja afetado de forma generalizada e adversa pelo grande volume de alterações no escopo. Nesse caso, cabe ao Perito, por meio de suas prerrogativas técnicas e seu conhecimento, avaliar se essa afetação inclusive poderia ser considerada *disruption*³⁷.

É amplamente reconhecida a dificuldade de mensurar a perda de produtividade, tendo sido desenvolvidos ao longo do tempo vários métodos para tal, incluindo-se métodos com informações da própria obra, como a Produtividade Natural – também conhecido como “*Measured Mile*” – bem como métodos estimativos, com o uso dos Fatores MCAA, por exemplo.

O método da Produtividade Natural consiste em mensurar a improdutividade por meio da comparação entre um período claramente impactado e outro sem impacto, ambos com a realização de trabalhos semelhantes. Todavia, muitas empresas não mantêm o registro de horas trabalhadas por frente de trabalho para dar suporte a essa metodologia e, em alguns casos, não há períodos ou serviços não impactados para propiciar essa comparação.

Diante da ausência de informações em documentos de obra, os fatores MCAA se tornam úteis para estimar a perda de produtividade, em especial no trabalho pericial.

6.3.4.5. IMPACTO NO CRONOGRAMA DO PROJETO

A perda de produtividade pode impactar na duração inicialmente planejada para as atividades, fazendo com que demorem mais tempo para serem executadas. Por isso, o cronograma dos serviços afetados deve ser reprogramado.

No exemplo hipotético abaixo é possível observar o caminho crítico original das atividades e o cronograma replanejado. Neste caso, uma das atividades foi afetada por uma mudança, resultando em um impacto de 20% na produtividade. A menos que a mão de obra seja incrementada, a duração originalmente planejada para a segunda atividade aumentará de 18 para 22 dias, como consequência do referido impacto.

³⁷ De acordo com *Society of Construction Law Delay and Disruption Protocol* (Segunda Edição, fevereiro de 2017), o conceito de *disruption* refere-se ao panorama de perturbações, distúrbios, impedimentos ou interrupções das atividades da contratada que resultam em perda de produtividade e eficiência. Trata-se de modificação substancial das premissas originais do contrato. A contratada é impedida de seguir o cronograma e o planejamento originalmente elaborados. Desse modo, sua produtividade é mais baixa do que planejado com aumento de custo. Configurando-se a existência de *disruption*, o cálculo do impacto é efetuado pela diferença entre o custo total real da obra e o custo de seu orçamento base da proposta.

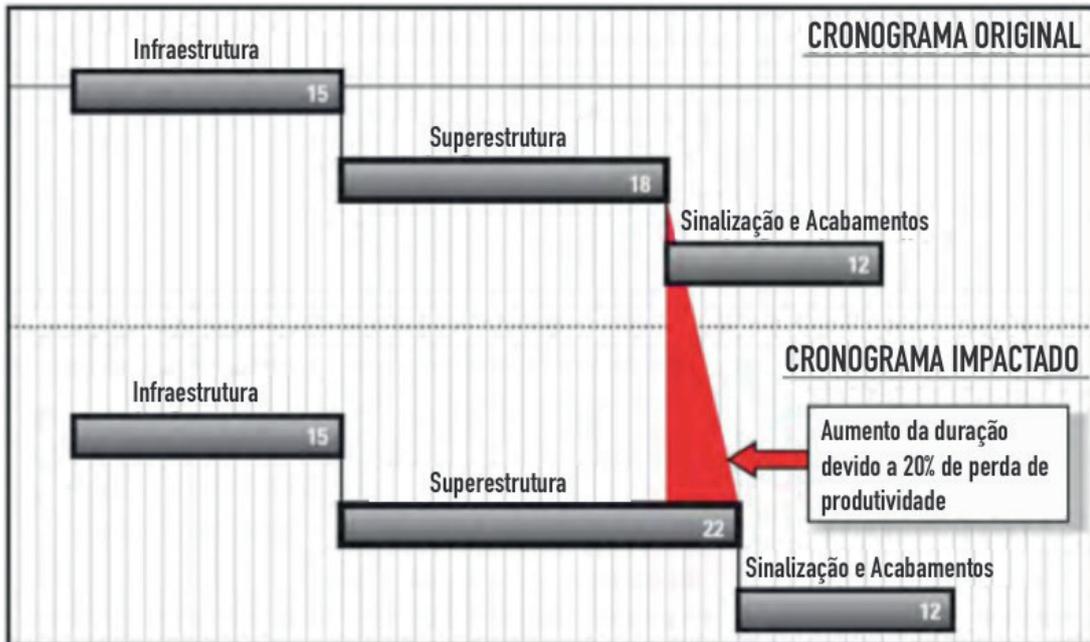


Figura 10 - Imagem adaptada do manual “Factors Affecting Labor Productivity”, de autoria do MCAA.

Assim, o contratado deve replanear o seu cronograma original considerando os impactos de cada atividade e a conseqüente perda de produtividade. Esse ajuste no cronograma para considerar as perdas de produtividade pode ter um impacto significativo no caminho crítico e nos custos previstos.

6.3.4.6. PRECIFICANDO RETROATIVAMENTE AS PERDAS DE PRODUTIVIDADE

Em muitos casos, a única opção para o contratado que tenta recuperar uma perda de produtividade de mão de obra causada por alterações nas condições contratuais é esperar até que o trabalho termine para revisar a perda real, isto é, comparar planejado versus real. Essas reivindicações são conhecidas como “impacto cumulativo”.

Este tópico aborda método de cálculo de uma perda de produtividade usando os Fatores MCAA já considerando que houve determinação de responsabilidade e se está apenas tentando quantificar o “dano resultante” por meio do uso dos Fatores.

Pode parecer mais simples a multiplicação da porcentagem cumulativa de perdas de produtividade derivada dos Fatores MCAA pelo total de horas reais gastas, com ou sem horas de pedido de mudança incluídas no total. Contudo, esta metodologia não é adequada, uma vez que essas horas reais já incluem a perda de produtividade do contratado.

Somente removendo as horas teoricamente eficientes das horas reais, os Fatores MCAA podem ser aplicados da maneira adequada. Assim, as horas reais devem ser ajustadas para deduzir:

- 1) Horas de tempo e materiais;
- 2) Horas despendidas na reparação de trabalhos defeituosos, retrabalho;
- 3) Pedidos de alteração sobre os quais uma perda de produtividade já foi calculada;
- 4) Horas associadas aos pedidos de alteração executados;
- 5) Horas gastas pelas equipes que não foram afetadas por uma perda de produtividade;

- 6) Outros tipos de perdas de produtividade pelos quais o contratado é responsável (i.e., erros de licitação).

Além disso, embora não seja errado, não é habitual a aplicação da porcentagem total do Fator MCAA sobre o total de horas reais para toda a duração da obra. Isso pode levar, em alguns casos, a resultados imprecisos, uma vez que os efeitos da ineficiência da mão de obra podem mudar durante o período de execução dos trabalhos, podendo ser mais adequado atribuir os Fatores MCAA aos períodos de tempo específicos impactados, evitando-se distorções.

As categorias de perda de produtividade descritas pelos Fatores MCAA também podem ocorrer de forma não linear ao longo de toda a duração do projeto. Para que haja mais precisão no cálculo da perda retroativa é aconselhável dividir a obra em períodos de tempo e atribuir porcentagens de perda de produtividade por categorias MCAA em cada um deles. Em trabalhos periciais é mais usual a análise feita mês a mês, contudo pode ser ainda feita por outros períodos de tempo, a critério do Perito.

A tabela a seguir mostra um exemplo desse tipo de atribuição específica de tempo. Diferentes categorias de Fatores MCAA podem afetar diferentes períodos de um projeto e em diferentes porcentagens de intensidade de impacto. As linhas na tabela indicam: o período real de trabalho; as horas reais de trabalho; as horas deduzidas de tempo e material, retrabalho, horas de equipe não impactadas pelas mudanças no escopo, etc.; horas revisadas; lista de categorias de Fatores MCAA sendo aplicados; e, por fim, a perda estimada de produtividade resultante para cada período de tempo:

Período do Contrato	Semana 40	Semana 41	Semana 42	Semana 43	Semana 44	Semana 45
Horas reais	1,600	1,600	1,800	2,400	2,400	3,200
Horas deduzidas (retrabalho)		-80	-120	0	-120	-120
Horas reais revisadas	1,600	1,520	1,680	2,400	2,280	3,080
Realocação de mão de obra	5%	5%	5%	10%	10%	10%
Diluição da supervisão	0%	10%	10%	10%	10%	10%
Ineficiência no tamanho da equipe técnica	0%	0%	10%	10%	10%	10%
Total do Fator MCAA	5%	15%	25%	30%	30%	30%
Perda de Produtividade Estimada	76	198	336	554	526	711
					Total	2,401

Figura 11 - Tabela adaptada do manual “Factors Affecting Labor Productivity”, de autoria do MCAA.

Importante observar que a porcentagem total do Fator MCAA não foi multiplicada pelas horas de trabalho revisadas. Em vez disso, as porcentagens foram totalizadas, as horas revisadas divididas por 1 mais o percentual decimal (ou seja, 1,05 para o primeiro período da tabela – semana 40) e esse resultado subtraído do total de horas revisadas.

Uma diferença significativa entre a perda de produtividade estimada antecipadamente e estimada retroativamente é que as horas reais de trabalho do contratado já incluem a perda de produtividade.

Por exemplo, durante a semana 42, o contratado realmente gastou 1.800 horas de trabalho. No entanto, 120 horas foram gastas com retrabalho, sendo subtraídas do total, deixando 1.680 como horas de trabalho revisadas. Depois de remover as ineficiências autoinfligidas do contratado, se houver, horas não afetadas

pelas mudanças ou as horas pelas quais o contratado foi pago pela ineficiência, o que resta são as horas de trabalho reais que já incluem as perdas de produtividade não causadas pelo contratado.

Na mesma semana, pela aplicação dos Fatores MCAA, estimou-se uma perda de produtividade de 25%. Assim, considerando as 1.680 horas reais e as dividindo por 1,25 o resultado será de 1.344 horas eficientes. A diferença de 336 horas é atribuída à perda de produtividade.

6.3.4.7. AS HORAS DE TRABALHO QUE “DEVERIAM TER SIDO GASTAS” EM CÁLCULO RETROATIVO DE PERDA DE PRODUTIVIDADE

Um dos fundamentos de uma reclamação de perda de produtividade da mão de obra é determinar quantas horas o contratado deveria ter gasto para executar o trabalho se ele não tivesse sido afetado por eventos causados por terceiros. Uma vez que essas horas tenham sido calculadas, poderão ser subtraídas do total de horas reais revisadas para então serem determinadas as horas de produtividade perdida.

Verifica-se que as horas reais são afetadas por uma série de eventos intimamente entrelaçados que afetam o número de horas de trabalho realmente despendidas em uma obra. Portanto, é incomum o cálculo de horas que “deveriam ter sido gastas” ser igual ao planejamento original de horas de trabalho. Isso demonstra que muitos fatores podem entrar no total de horas gastas em um projeto, alguns dos quais podem ser difíceis ou impossíveis de identificar e quantificar individualmente.

Vejamos o seguinte exemplo³⁸:

Um empreiteiro estima inicialmente que precisará de 10.000 horas para um trabalho. Na conclusão do projeto ele verifica que gastou, de fato, 18.000 horas. Em seguida, determina que aproximadamente 3.000 horas foram gastas em serviços fora do escopo que ocorreram sob a forma de pedidos de alteração. Além disso, 300 horas de mão de obra foram gastas em retrabalho por impropriedades causadas pela sua própria equipe.

Utilizando os Fatores MCAA, verifica-se que a combinação dos impactos causados tanto pela equipe do contratado quanto pelo contratante perfaz, de forma estimada, 30%. Assim, tem-se as seguintes premissas:

- 10.000 horas estimadas originalmente;
- 18.000 horas reais menos 300 horas de retrabalho = 17.700 horas revisadas;
- 13.615 horas que “deveriam ter sido gastas” = 17.700 horas revisadas divididas por 1,30 (1+30%);
- 4.085 horas de ineficiência = 17.700 horas revisadas menos 13.615 horas que “deveriam ter sido gastas”.

As 4.085 horas representam as horas de perda de produtividade causadas por todos os tipos de impactos de responsabilidade de terceiros. As 13.615 horas são as horas que “deveriam ter sido gastas” considerando as 17.700 horas reais revisadas e a perda de produtividade de 30% calculada pelos Fatores MCAA.

A partir do exemplo, surge o questionamento: o que compreende a diferença de 3.615 horas entre a estimativa original (10.000) e as horas que “deveriam ter sido gastas” (13.615)? Provavelmente, a diferença será composta pelas horas gastas em mudanças de escopo e categorias de problemas causados por terceiros. Exceto as 300 horas subtraídas que foram atribuídas ao próprio empreiteiro.

³⁸ Exemplo extraído do manual “Factors Affecting Labor Productivity”, de autoria do MCAA.

Quando as 3.000 horas estimadas em alterações de escopo são subtraídas das 13.615 horas que “deveriam ter sido gastas”, o resultado é 10.615 horas. As 615 remanescentes são horas não identificadas e não produtivas, pelas quais o empreiteiro não deve reivindicar.

As horas calculadas que “deveriam ter sido gastas” podem incluir, por exemplo, além das horas originalmente estimadas: (i) pedido de mudança real/horas de mudança de escopo; (ii) ineficiências causadas pelo trabalho fora do escopo; (iii) perdas de produtividade causadas por empreiteiros; (iv) horas de trabalho corretivas do contratado, retrabalho; e (v) erros de estimativa.

A comparação das horas que “deveriam ter sido gastas” com a estimativa original geralmente não é apropriada. O importante em um trabalho pericial é demonstrar qual parcela de perda de produtividade cada parte deu causa, conforme descrito no exemplo acima.

6.3.4.8. VERIFICAÇÃO DO MÉTODO DE CUSTO TOTAL MODIFICADO DOS CÁLCULOS DE PERDA DE PRODUTIVIDADE

Este tópico aborda uma possibilidade de verificação simples dos resultados dos cálculos de perda de produtividade usando os Fatores MCAA. Embora seja uma situação incomum em trabalhos periciais no Brasil, essa informação é apresentada para que eventualmente possa ser considerada em determinados contextos.

É possível que o empreiteiro espere uma economia de mão de obra, em comparação com o planejamento original. Embora não seja impossível haver economias de mão de obra em um pleito de perda de produtividade, é necessário um nível adicional de confirmação de que a economia de mão de obra, em comparação com o planejamento original, seria uma expectativa razoável do empreiteiro.

A expectativa razoável pode incluir uma análise detalhada das horas de trabalho originalmente previstas, a presença de um padrão histórico de economia de mão de obra comprovada pelo empreiteiro em projetos anteriores e uma verificação de que o projeto em questão se prestou a uma produtividade maior do que a prevista por fatores como a presença de um alto grau de pré-fabricação ou trabalho repetitivo que não foi totalmente considerado no planejamento original.

6.3.4.9. ACEITAÇÃO DOS TRIBUNAIS DOS CÁLCULOS DE PERDA DE PRODUTIVIDADE

Tribunais e *Dispute Boards* tem reconhecido a difícil natureza da quantificação com exatidão das perdas de produtividade em construção, havendo aceitação da utilização dos Fatores MCAA no Brasil e no exterior.

A publicação dos Fatores MCAA foi reconhecida como uma ferramenta útil e confiável por meio da qual os impactos da perda de produtividade podem ser estimados, especialmente quando o seu uso é associado a depoimentos de testemunhas.

6.3.4.10. CONCLUSÃO

Como já mencionado neste trabalho, a perda de produtividade muitas vezes é difícil de ser quantificada com exatidão. Nesse sentido, os Fatores MCAA se tornam extremamente úteis para a análise de atrasos, ineficiências, pedidos de alterações de escopo, condições imprevistas, dentre outros.

6.3.5. CUSTO TOTAL

Conforme já tratado anteriormente, a Prática Recomendada nº 25R-03 da AACE® *International* preconiza, dentre os métodos para a apuração das perdas de produtividade, que sejam priorizados aqueles relativos aos estudos específicos da obra em análise, destacando o *Measured Mile* e o *Earned Value Analysis*.

Na impossibilidade de adoção destes métodos, pela ordem de preferência, sugere-se aqueles que comparam trabalhos e projetos similares, os grupos de estudos especializados ou gerais da Indústria, e somente na impossibilidade de adoção de algum destes métodos, os métodos de base de custos.

O *Total Cost Method* seria um desses métodos menos recomendados na lista de prioridades, apesar de ser muito utilizado nas apurações dos custos adicionais incorridos, quer seja pela facilidade de sua apuração, quer seja pela possível indisponibilidade dos registros e dados que permitam realizá-la.

A propósito, muitas vezes a dificuldade ocorre no registro, de forma detalhada, dos recursos que foram alocados nas frentes de serviço e utilizados nos diversos tipos de serviço. Eventualmente tais recursos podem estar relacionados, mas não se dispõe da quantificação das horas consumidas em cada atividade.

Há ainda situações em que se consegue apurar os dados relativos aos recursos que foram realmente utilizados, mas faltam dados da produção para o cálculo da produtividade, ou ainda referências sobre as previsões de proposta e contrato, para efeito comparativo.

Assim, em não se conseguindo individualizar as perdas ocorridas para cada atividade e, principalmente, por recurso nela utilizado, a Parte pode eventualmente pretender apresentar uma quantificação mais global, apresentando o gasto total de cada recurso, o qual é comparado meramente com o gasto previsto, sem uma identificação clara do motivo e do impacto em relação ao seu pior desempenho.

A mera quantificação da diferença entre o real e o previsto pressupõe que toda a variação é atribuída à contratante, o que, na maioria das vezes, não é totalmente verdadeiro. Afinal, eventuais erros de quantificação na fase de proposta, ou mesmo a opção por uma alternativa mais competitiva e arriscada na concorrência, seria “corrigida” através da diferença entre real e previsto, o que não pode ser admitido.

Da mesma forma, problemas gerenciais atribuíveis somente ao Contratado ou atrasos de sua responsabilidade deixariam de ser arcados somente pela Parte, sendo transferidos à outra Parte pela mera apuração da diferença entre previsto e real.

Em termos do custo unitário, variações podem ocorrer por problemas ocorridos que não são atribuíveis à Parte que arcou com os custos adicionais. Como visto anteriormente, após um período de baixa produção, a contratante pode solicitar a implantação de um programa de recuperação do atrasos, o que implicará uma maior jornada e uma maior utilização de horas extras, onerando o valor médio da hora trabalhada, cujo acréscimo é passível de indenização.

Por outro lado, eventuais aumentos salariais, cujo risco estaria alocado no contratado, poderia estar contemplado no maior valor médio da hora, o qual não deveria ser considerado na indenização a ser calculada ou referendada pelo Perito.

Assim, recomenda-se ao Perito buscar outro tipo de quantificação na perícia, de forma que a quantificação que vier a ser por ele calculada reflita, de forma precisa, o valor da indenização devida. Dentro do possível, o Perito deveria tentar uma quantificação por um dos métodos específicos da obra em análise ou, na impossibilidade de desenvolvê-lo por falta de registros documentais, pelo menos tentar descontaminar os efeitos que não são atribuíveis a uma das Partes, do cálculo apresentado pela outra Parte.

Em não sendo possível utilizar outro método, não restando outra alternativa ao Perito que não a adoção do *Total Cost Method*, este deverá apresentar em seu Laudo Pericial as ressalvas devidas quanto ao não estabelecimento do nexo causal e eventuais imprecisões na quantificação.

7. REFERÊNCIAS DE PRODUTIVIDADE

Dentro do contexto das presentes diretrizes, o IBAPE NACIONAL apresenta algumas fontes de consulta sobre índices de produtividade para, dentre outras tantas, servirem de apoio aos peritos de engenharia.

SINAPI - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil.

<https://www.caixa.gov.br/poder-publico/modernizacao-gestao/sinapi/referencias-precos-insumos/Paginas/default.aspx>

Escolher o Estado

Escolher o mês de referência

SICRO - Sistema de Custos Referenciais de Obras (Sistema do DNIT)

<https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/custos-e-pagamentos/custos-e-pagamentos-dnit/sistemas-de-custos/sicro>

Escolher a região

Escolher o Estado e o mês de referência

COPASA – Companhia de Saneamento de Minas Gerais

<http://www2.copasa.com.br/servicos/portalTransparencia/obraservico/visao/opcaoFiltroServico.asp?modalidade=Servico>

Escolher o ano, o mês e a base (região de Minas Gerais)

Clicar em uma das opções de CPUs oferecidas para baixar em PDF

Sudacap – Superintendência de Desenvolvimento da Capital (Belo Horizonte)

<https://prefeitura.pbh.gov.br/sudicap/tabela-de-precos>

Escolher o mês de referência

SEINFRA-CE – Secretaria da Infraestrutura do Ceará

<https://www.seinfra.ce.gov.br/tabela-de-custos/>

Escolher o mês de referência

8. BIBLIOGRAFIA

CARDOSO, ROBERTO SALES. **Orçamento de Obras em Foco – Um novo olhar sobre a Engenharia de Custos** – Editora PINI.

AACE® International. Prática Recomendada n° 10S-90 – **Terminologia para Estimativa de Custos**: AACE®, 2021. 20 p.

AACE® (BRASIL). Prática Recomendada n° 17R-97 – **Sistema de Classificação para Estimativa de Custos**. Rio de Janeiro: AACE®, 2011. 10 p.

AACE® (BRASIL). Prática Recomendada n° 25R-03 – **Como Estimar Perda de Produtividade de Mão de Obra em Pleitos de Construção**. Rio de Janeiro: AACE®, 2004. 39 p.

BRASIL. TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO. **Manual de Auditoria Operacional**. Brasília: TCU, 2010. 76 p.

COUTINHO, Ítalo; OLIVEIRA, Alessandro. **Análise de Valor Agregado: aplicação para projetos industriais (EVM e EVMS)**. Belo Horizonte: PMKB, 2013. 54 p.

FERREIRA, Carlos Maurício de Carvalho; GOMES, Adriano Provezano. **INTRODUÇÃO À ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS: teoria, modelos e aplicações**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2020. 392 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA. 003: **Norma Técnica para Avaliação do Desequilíbrio Econômico-Financeiro de Contratos de Obras de Engenharia**. São Paulo: IBAPE, 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA. Boletim Técnico BTEC - 2021/011 **Metodologia de Quantificação de Responsabilidades Concorrentes**. São Paulo: IBAPE, 2021.

KERZNER, Harold. **Gerenciamento de projetos: uma abordagem sistêmica para planejamento, programação e controle**. 11. ed. São Paulo: Blucher, 2015. 777 p. Tradução de: João Gama Neto e Joyce I. Prado.

LIPKE, Walter H. **Prazo Agregado: Para a gerência do cronograma de execução**. Rio de Janeiro: ES, 2009. 169 p. Tradução: Paulo André de Andrade, 2013.

MCAA Bulletin No. PD2 Revised (Replaces 2005 version). Factors Affecting Labor Productivity. pp. 599-626. Disponível em: <<https://www.mcaa.org/pca/wp-content/uploads/sites/3/2016/07/M8PDF.pdf>> Acesso em 14 abr. 2021.

PMI - PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE (EUA). **PMBOK: UM GUIA DE CONHECIMENTO EM GERENCIAMENTO DE PROJETOS**. 5. ed. Newtown Square: PMI, 2013. 617 p.

PMI - PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE (EUA). **PMBOK: UM GUIA DE CONHECIMENTO EM GERENCIAMENTO DE PROJETOS**. 6. ed. Newtown Square: PMI, 2018. 617 p.



IBAPE NACIONAL

Instituto Brasileiro de Avaliações
e Perícias de Engenharia

Rua Maria Paula. 122 - cj 109/110
1º andar - São Paulo - SP
Brasil - CEP: 01319-000

 **(11) 3115 3784**

(11) 3105 4643

secretaria@ibape-nacional.com.br

Horário de Atendimento:

De segunda a sexta-feira das 9h às 18h