



Prática Recomendada nº 25R-03 da AACE® International

## COMO ESTIMAR PERDA DE PRODUTIVIDADE DE MÃO DE OBRA EM PLEITOS DE CONSTRUÇÃO

Estrutura de TCM: 6.4 - Avaliação Forense de Desempenho

Revisada em 13 de abril de 2004

Observação: Como as Práticas Recomendadas da AACE International evoluem ao longo do tempo, recomendamos a consulta ao site [www.aacei.org](http://www.aacei.org) para obter as versões mais recentes.

**Aviso:** Essa é uma versão traduzida da Recommended Practice da AACE International e pode, portanto, conter variações de interpretação. Para correto entendimento do conteúdo aqui descrito, é imperativa a leitura da Recommended Practice no idioma original.

### **Colaboradores:**

*Declaração de isenção de responsabilidade: As opiniões expressas na presente prática recomendada são dos autores e colaboradores e não refletem necessariamente as posições de seus empregadores, salvo disposição em contrário.*

Donald F. McDonald, Jr., PE CCE (Autor)  
James G. Zack, Jr. (Autor)  
David Armstrong  
Jack H. Bess  
Robert A. Boyd  
Bruce E. Bradley  
Randy M. Brake  
Joseph A. Brown, CCE  
Timothy T. Calvey, PE  
Donald J. Cass, CCE  
R. Jay Colburn  
Edward E. Douglas, III CCC  
Donald J. Fredlund, Jr.  
Fred W. Giffels  
David W. Halligan  
Peter Heroy  
Lee J. Hobb  
Kenji P. Hoshino  
Dr. Kenneth K. Humphreys, PE CCE  
Anthony G. Isaac  
Richard M. Kutta,  
CCE  
Dr. Richard E. Larew, PE CCE  
Paul Levin  
John D. Marshall, Jr.  
Jeffery L. Ottesen, PE  
Stephen O. Revay, CCC  
Rick Richison  
Wisley Saintelmy, PE  
Mark C. Sanders, PE CCE  
L. Lee Schumacher  
Dr. Amarjit Singh, PE  
Richard D. Smith, PE CCE  
Theodore J. Trauner  
Tony Tuinstra, P.Eng.  
Anthony J. Werderitsch,  
PE CCE  
William R. Zollinger, III, PE

13 de abril de 2004

Prática Recomendada nº 25R-03 da AACE® International



## COMO ESTIMAR PERDA DE PRODUTIVIDADE DE MÃO DE OBRA EM PLEITOS DE CONSTRUÇÃO

Estrutura de TCM: 6.4 - Avaliação Forense de Desempenho

13 de abril de 2004

### A. INTRODUÇÃO

Uma das áreas mais controversas nos pleitos de construção civil é o cálculo ou estimativa de perda de produtividade. Diferentemente dos custos diretos, a perda de produtividade não é acompanhada frequentemente, tampouco pode ser identificada de forma separada e contemporânea aos eventos. Como resultado, tanto a causalidade quanto a legitimidade referentes à recuperação da produtividade perdida são difíceis de serem estabelecidas. Para agravar essa situação, não existe um acordo homogêneo dentro do setor de construção civil sobre uma metodologia preferencial para o cálculo de perda de produtividade. Na verdade, existem diversas maneiras de calcular a perda de produtividade. Muitos métodos de cálculo são passíveis de contestação no que diz respeito à validade e aplicação em casos específicos – o que torna problemática a resolução da questão em um projeto específico.<sup>1</sup>

O que é produtividade na construção e como ela é medida? Diversos autores responderam a essa pergunta da seguinte forma:

“... produtividade refere-se às quantidades produzidas por hora de esforço do trabalhador...” e ainda, “...produtividade é definida como a relação entre a *output* e *input*... Produtividade pode ser definida como qualquer uma das equações:

$$\begin{aligned} \text{Produtividade} &= \text{Output} \div \text{Input} \\ &= \text{Unidades} \div \text{horas de trabalho} \\ &= (\text{Total de Output}) \div (\text{Total de horas de trabalho}) \text{ } ^{2} \end{aligned}$$

“A produtividade é geralmente medida usando os *Outputs* divididos por hora de *Input*”<sup>3</sup>

“Produtividade: [A] medida relativa quanto à eficiência de mão de obra, boa ou má, comparada a uma base ou norma estabelecida determinada a partir de uma área de grande experiência. Mudanças na produtividade podem acontecer na forma de um aumento ou queda nos custos.”<sup>4</sup>

13 de abril de 2004

“Produtividade é definida como as horas de trabalho necessárias para produzir um item ou produto final.”<sup>5</sup>

Em termos simples, produtividade é a medida do índice de saídas por unidade de tempo ou esforço normalmente medido em horas trabalhadas. Por exemplo, jardas cúbicas/metros cúbicos colocados de concreto, pés/metros lineares instalados de conduítes ou tubulação, etc. por hora trabalhada da equipe ou outra medida padronizada.

Portanto, a perda de produtividade acontece quando a Contratada não está atingindo sua taxa de produção praticável ou planejada e pode ser definida mais precisamente como uma Contratada produzindo menos do que suas saídas planejadas por hora trabalhadas de entrada. Sendo assim, a Contratada está utilizando mais esforço por unidade de produção do que planejado originalmente.<sup>5</sup> O resultado é uma perda monetária para a Contratada. Portanto, um aspecto desafiador no controle dos custos de construção é medir e acompanhar as horas de trabalho e a produção com detalhes suficientes para permitir a análise de dados que determine a causa-raiz da pouca produtividade da mão de obra, caso aconteça.

A produtividade é de extrema importância no contexto dos contratos de construção, independentemente do porte. Geralmente, as Contratadas do setor de construção civil são pagas por trabalho concluído em conformidade com as cláusulas do contrato. Às vezes, isso é chamado de trabalho de item de pagamento e geralmente é válido, independentemente de o contrato ser por preço fixo, de custo reembolsável, com custo especificado, custo unitário ou trabalho de item de pagamento ou como um percentual de categorias de trabalho previamente definidas, geralmente chamadas de cronogramas de valores ou lista de quantidades. Ou seja, diferentemente de montadoras de automóveis, as Contratadas do setor de construção civil raramente são pagas com base no produto concluído total. E, diferentemente da mão de obra operária, as Contratadas de construção raramente são pagas pelas horas de trabalho. Portanto, a produtividade está relacionada ao fluxo de caixa e à lucratividade do projeto.

Frequentemente, no setor de construção, os termos “produtividade” e “produção” são usados de forma intercambiável. Contudo, essa prática é incorreta. Produção é a medida dos *outputs* (ou seja, artigos produzidos) ao passo que produtividade é a medida de produção. As duas fórmulas a seguir podem ser usadas para calcular esses dois termos.

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

$$\text{Fator de Produtividade} = \frac{\text{Produtividade Real}}{\text{Baseline ou Produtividade Planejada}}$$

Levando em conta esse conjunto de termos operacionais, é possível para a Contratada obter 100% de sua produção planejada, mas não conseguir a produtividade planejada. Ou seja, a Contratada pode muito bem cumprir a taxa

13 de abril de 2004

planejada de produção de 300 pés lineares de tubulação enterrada /dia, mas pode gastar o dobro do valor de mão de obra planejada para cumprir esse índice diário de produção, por exemplo. Nesse caso, a Contratada estaria cumprindo 100% da produção planejada, mas operando com uma taxa de produtividade de 50%.

Portanto, produção e produtividade não são números recíprocos. Se uma Contratada é 75% produtiva, isso não significa necessariamente que ela seja 25% ineficiente. No contexto desta Prática Recomendada, produção é a medida de *output* (por exemplo, quantos pés ou metros de tubulação a serem instalados por hora de trabalho) ao passo que produtividade é a medida de *input* (por exemplo, quantas horas de mão de obra são necessárias para instalar um metro de tubulação).

A medida e alocação de responsabilidade para perda de produtividade pode ser uma tarefa difícil. Existem vários motivos para essa dificuldade.<sup>6</sup> Entre eles estão os seguintes:

- Perda de produtividade proveniente de alguma ação cuja responsabilidade é da Contratante pode não ser facilmente detectada ou observada a princípio. A menos que a Contratada disponha de um bom plano de monitoramento de produtividade, conhecido pelo pessoal de gerenciamento do projeto em campo, talvez tudo que se conheça no início de um problema é que as equipes de trabalho em campo não estão concluindo as atividades conforme planejado, e os custos, fluxo de caixa e o cronograma do projeto estão sofrendo as consequências. Como resultado, frequentemente a notificação apropriada por escrito para a Contratante do projeto não é registrada prontamente, levando a mais esforços específicos e detalhados de monitoramento do projeto.<sup>7</sup>
- Muitas vezes, a produtividade não é acompanhada de forma específica e contemporânea em projetos de construção. A menos que a Contratada utilize algum tipo de sistema estruturado de valor agregado para acompanhar os *outputs* e *inputs*, não existe uma forma de mensurar a produtividade enquanto o projeto está em andamento. Por isso, perdas de produtividade podem ser difíceis de serem comprovadas com o nível de certeza exigido por muitas Contratantes.
- A perda de produtividade também é frequentemente calculada ao final de um projeto, durante a preparação de um pleito ou solicitação para ajuste equitativo. Como resultado, geralmente somente pode ser feita uma aproximação bruta da estimativa total de custos.
- Para complicar ainda mais a questão, existem inúmeras formas de calcular perda de produtividade. Não existe um acordo entre os profissionais da área de custos sobre como as horas perdidas devem ser calculadas. Mesmo assim, existe um acordo geral entre os profissionais de custos de que uma comparação com o trabalho não afetado no projeto geralmente é preferida quando existirem dados suficientes disponíveis.<sup>8</sup>
- Alguns dos resultados dos métodos nem sempre podem ser repetidos, gerando um baixo nível de confiança na qualidade da análise. Geralmente, dois métodos são usados para comparar resultados, como uma forma de verificação com variações amplas que não podem ser facilmente entendidas nem ajustadas.

13 de abril de 2004

- Finalmente, depois que a perda de produtividade é calculada, ainda assim é difícil estabelecer a causalidade. As Contratadas tendem a culpar as Contratantes por tais perdas e pedem para ser indenizadas. Por sua vez, as Contratantes geralmente colocam a culpa em uma oferta mal elaborada ou em um gerenciamento de projeto ineficiente, recusando o pagamento de compensação adicional pela perda de produtividade. Mediante essa situação, a causa raiz da perda de produtividade frequentemente é um assunto contencioso entre Contratantes, Contratadas e Subcontratadas.

O ponto fundamental para reconstruir informações relativas à produtividade que respaldarão um pleito sobre perda de produtividade é a boa manutenção de registros durante todo o projeto. Desde o princípio do projeto, a Contratada deve estabelecer um sistema homogêneo para identificar e registrar informações sobre produtividade da mão de obra em campo em uma base contemporânea.<sup>9</sup> A produtividade real da mão de obra deverá ser comparada rotineiramente à produtividade conforme especificada na oferta ou como planejada, para determinar como o projeto está evoluindo em relação ao plano. O quanto antes a perda de produtividade puder ser detectada em um projeto, maior é a possibilidade que uma ação corretiva seja implementada para mitigar os danos. Se o progresso não estiver ocorrendo como programado, deve ser feita uma análise da causa. Caso a baixa produtividade seja, de alguma forma, causada por alguma ação ou inação da Contratante, uma notificação por escrito deve ser registrada. Independentemente da causalidade, a ação corretiva deverá ser iniciada assim que a queda da produtividade da mão de obra tiver sido detectada.

## B. FINALIDADE

Esta Prática Recomendada concentra-se na identificação de vários métodos para estimar perda de produtividade da mão de obra em pleitos de construção. Muitas vezes, o pleito é o resultado de uma ou mais solicitações de ordem de alteração que não podem ser plenamente resolvidas para identificar seu efeito total e final sobre o custo e cronograma de todo o projeto. Especificamente, esta Prática Recomendada examina essa questão em termos de pleitos para recuperação de custos de perda de produtividade. Portanto, a finalidade da Prática Recomendada é:

- Identificar Metodologias para a Estimativa de Perda de Produtividade: Ou seja, analisar as diversas metodologias identificadas que são empregadas em litígios na América do Norte;
- Ordem de Classificação das Metodologias: Quer dizer, com base na confiabilidade, aceitação profissional, jurisprudência e literatura sobre pleitos de construção, classificar as Metodologias identificadas a partir da mais para a menos confiável a respeito da documentação das estimativas de danos em situações de pleito. Pode não ser possível afirmar com certeza quais métodos são absolutamente os mais ou menos confiáveis, mas pode ser afirmado que, sob determinados conjuntos de circunstâncias, geralmente alguns métodos são considerados mais confiáveis do que outros. **(AVISO:** Esta Prática Recomendada foi elaborada com base no entendimento do autor sobre a jurisprudência do Canadá e dos Estados Unidos. É recomendado que qualquer pessoa que esteja preparando um pleito de perda de produtividade procure aconselhamento jurídico apropriado sobre a metodologia a ser utilizada. Essa recomendação é especialmente válida se o pleito estiver sendo apresentado nos termos de uma legislação nacional que não seja do Canadá nem dos Estados Unidos.)

13 de abril de 2004

- Definir e Discutir Cada uma das Metodologias: Ou seja, discussão do método e como ele é empregado. Também, quando possível, discussão dos pontos fortes e fracos de cada método;
- Identificar Estudos Seleccionados Aplicáveis a cada Metodologia: Identificação do maior número possível de estudos e notas profissionais ou técnicas que irão auxiliar o profissional a aprender mais e/ou empregar um método particular.

Convém salientar que esta Prática Recomendada não define detalhadamente como os diversos métodos analíticos aqui identificados devem ser adequadamente realizados. A Prática Recomendada fornece uma breve descrição de cada método apenas em um esforço para ajudar os pleiteantes a identificarem o método adequadamente. Isso porque diferentes pleiteantes podem ter nomenclaturas diferentes para a mesma metodologia. Nesse caso, a breve descrição de cada método visa ajudar a resolver essa situação.

### **B.1 Causas Comuns para a Perda de Produtividade**

Em projetos de construção civil, existem várias circunstâncias e eventos que podem causar queda de produtividade. Uma análise de duas publicações relativamente recentes resultou na seguinte lista de causas que, apesar de não incluir todas as possibilidades, cobre razoavelmente bem a maioria das situações encontradas em um projeto de construção.<sup>10</sup> As circunstâncias estipuladas a seguir podem afetar a produtividade da mão de obra. Contudo, para que uma Contratada seja bem sucedida na recuperação de danos causados pela perda de produtividade advinda de uma Contratante de projeto, a Contratada precisará demonstrar claramente que a causa raiz ou circunstância do evento foi algo pelo qual a Contratante ou um dos agentes da Contratante foi responsável. Além disso, a Contratada deverá estar apta a demonstrar uma relação de causa e efeito entre o evento e o impacto sobre a produtividade da mão de obra para poder recuperar os danos (ou seja, custos e/ou tempo). No entanto, os danos recuperáveis não estão limitados a custos diretos. Eles também podem incluir danos incidentais ou custos indiretos, desde que a relação de causa e efeito possa ser estabelecida entre os efeitos posteriores e o evento de origem.

- **Absenteísmo e síndrome do trabalhador ausente** - Quando uma equipe atinge seu nível máximo produtivo, a ausência de qualquer membro pode afetar a taxa de produção porque geralmente a equipe não conseguirá alcançar o mesmo índice de produção com menos recursos, ou, talvez, com uma combinação diferente de habilidades e níveis de experiência.
- **Aceleração (dirigida ou forçada)** – 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.
- **Condições meteorológicas adversas ou excepcionalmente severas** - Contratempos relacionados às condições meteorológicas são esperadas em quase todos os projetos. No entanto, transferir trabalho sensível ao clima de períodos com tempo firme para períodos com tempo ruim ou deparar-se com

13 de abril de 2004

condições climáticas excepcionalmente severas são circunstâncias que podem afetar a produtividade (por exemplo, operações de enchimento de aterro e compactação de solo transferidas para períodos chuvosos).

- **Disponibilidade de mão de obra qualificada** – Para ser produtiva, uma Contratada deve ter mão de obra qualificada suficiente em campo. Se mão de obra qualificada não estiver disponível e se a Contratada precisar executar um projeto com mão de obra menos qualificada, é provável que a produtividade seja afetada.
- **Alterações, impacto incidental, impacto cumulativo causado por múltiplas alterações e retrabalho** – Todos os projetos enfrentam algum tipo de alteração durante a construção. Isso já é previsto. Alguns autores acreditam que, como norma geral, ocorra um crescimento de custos na faixa de 5% a 10% devido às alterações.<sup>11</sup> Entretanto, grandes mudanças (alterações muito além do padrão), alterações fora do escopo antecipado de trabalho (alterações cruciais), alterações múltiplas, impacto da alteração sobre trabalho inalterado ou o impacto cumulativo causado pelas alterações podem afetar a produtividade. A necessidade de desfazer trabalho que já está em prática, atrasos relativos a alterações, necessidade de refazer o plano e sequenciamento de trabalho, por exemplo, também podem causar o declínio de produtividade.
- **Concorrência por mão de obra operária** – Caso um projeto próximo inicie simultaneamente à execução de um projeto que foi estimado e planejado para utilizar um nível declarado de habilidade e disponibilidade de mão de obra, gerando uma competição para conseguir contratar aquela base de mão de obra qualificada, a produtividade pode ser afetada negativamente. Incentivos financeiros, mudanças nas regras trabalhistas e outras questões podem fazer com que operários deixem uma obra para ir trabalhar em outra, resultando em produtividade mais baixa e aumento de custos para a primeira Contratada. Ademais, a mão de obra substituta pode ser mais cara e menos capacitada.
- **Rotatividade dos operários** – Se uma equipe sofre com a alta rotatividade dos funcionários, não é provável que ela atinja uma boa produtividade simplesmente porque um ou mais membros da equipe podem estar em uma curva de aprendizagem, o que diminui a produtividade geral de toda a equipe.
- **Aglomeração de mão de obra ou acúmulo excessivo de pessoas na mesma frente de serviço** - Para a obtenção de boa produtividade, todos os membros de uma equipe deverão ter espaço de trabalho suficiente para realizar suas funções sem a interferência de outros operários. Quando mais mão de obra é alocada ao trabalho em um espaço fixo, é provável que ocorra interferência, o que diminui a produtividade. Além disso, quando diversas frentes de serviço são alocadas para trabalhar na mesma área, a probabilidade de interferência aumenta, e a produtividade pode regredir.
- **Falhas na engenharia, nas revisões de engenharia e/ou no retrabalho** – Quando os desenhos ou especificações estiverem incorretos, ambíguos, confusos, etc., provavelmente haverá um declínio de produtividade porque as equipes em campo não têm certeza sobre o que é necessário ser feito.

13 de abril de 2004

Consequentemente, as equipes podem reduzir o ritmo de trabalho ou ter que parar completamente enquanto esperam por instruções claras.

- **Supervisão enfraquecida** – Frequentemente, quando as equipes são divididas para realizar o escopo de trabalho fundamental e o trabalho é alterado em diversos locais ou mesmo quando o trabalho é continuamente alterado ou sua sequência é refeita, a supervisão em campo não consegue realizar sua principal tarefa – assegurar que as equipes trabalhem de forma produtiva. A supervisão em campo acaba gastando mais tempo planejando e refazendo os planos do que supervisionando. Se as ferramentas, materiais e equipamentos corretos não estiverem no local certo na hora certa, provavelmente a produtividade sofrerá um declínio.
- **Emprego exagerado de horas extras** – Ao longo dos anos, numerosos estudos documentaram sistematicamente o fato que a produtividade geralmente cai à medida que o trabalho em horas extras continua. As razões mais habitualmente apontadas para esse resultado incluem fadiga, aumento do absenteísmo, queda de motivação, redução da eficácia da supervisão, má execução de obras que resulta em um nível de retrabalho maior do que o normal, maior incidência de acidentes, etc. Um autor chegou a sugerir que “...em média, independentemente de quantas horas você trabalhe por semana, você conseguirá apenas cinquenta horas de resultados.”<sup>12</sup> O raciocínio inerente a essa afirmação é que o trabalho em horas extras inicialmente resultará em aumento dos *outputs*, mas se é continuado por um período prolongado, os *outputs* podem até mesmo cair pelos motivos expostos anteriormente. Portanto, horas extras no logo prazo podem levar a aumento de custos e declínio de produtividade. O efeito do trabalho constante em horas extras sobre a produtividade da mão de obra é, talvez, um dos fatores mais estudados de perda de produtividade no setor da construção. O grande número de estudos contidos no Anexo D comprova esse fato.<sup>13</sup>
- **Incapacidade de coordenar Contratadas, Subcontratadas e/ou Fornecedores** – Caso a equipe de gerenciamento do projeto não consiga fazer com que as Subcontratadas, materiais ou equipamentos cheguem ao local certo no momento certo, a produtividade pode decair já que as equipes não terão os recursos necessários para executar seu trabalho, as diversas frentes de serviço irão interferir umas com as outras ou não haverá trabalho disponível para ser realizado pelas equipes.
- **Fadiga** – Operários cansados tendem a desacelerar o trabalho, cometer mais erros do que o normal e sofrer mais acidentes e lesões, portanto a produtividade pode cair para toda a equipe.
- **Relações trabalhistas e gerenciamento da mão de obra** – Quando existirem questões da competência de sindicatos, questões sobre relações do setor, condições inseguras de trabalho ou outras questões de segurança, diversos alarmes de evacuação nas instalações existentes, emissão de autorizações fora do prazo, questões referentes a acesso, etc., a produtividade da mão de obra pode ser afetada negativamente de várias formas.
- **Curva de Aprendizagem** – No início de qualquer projeto, existe uma curva de aprendizagem típica enquanto as equipes de mão de obra se familiarizam com o projeto, sua localização, qualidade dos padrões impostos,

13 de abril de 2004

locais da área de pavimentação, etc. Isso é esperado e tipicamente incluído em custos conforme especificados na oferta. Contudo, se o trabalho é paralisado por algum período e as equipes de mão de obra são dispensadas, então quando o trabalho for retomado, as equipes de mão de obra levadas de volta ao projeto podem ter que passar por outra curva de aprendizagem. Provavelmente, esse é um impacto imprevisto à produtividade da mão de obra. Se isso acontecer mais do que uma vez, então todas as vezes que uma interrupção de trabalho ocorrer, outro impacto de perda de produtividade na curva de aprendizagem pode acontecer.

- **Escassez de materiais, ferramentas e equipamentos** – Se materiais, ferramentas ou equipamentos de construção não estiverem disponíveis para uma equipe no momento e hora certas, a produtividade da equipe provavelmente ficará comprometida já que os trabalhadores podem ficar incapazes de agir de uma forma ordenada e consistente. Da mesma forma, se as ferramentas e equipamentos fornecidos não estiverem de acordo com a dimensão da atividade, a produtividade também pode sofrer.
- **Alocação excessiva de funcionários** – Perdas de produtividade podem acontecer quando for exigido de uma Contratada, ou se ela utilizar, mais funcionários do que originalmente planejado ou mais do que poderiam ser administrados de forma eficaz. Em tais situações, perdas de produtividade podem ocorrer porque a Contratada pode ser forçada a usar mão de obra improdutivo devido à falta de mão de obra qualificada; pode haver uma escassez de materiais, ferramentas ou equipamentos para prestar suporte à mão de obra adicional; ou a Contratada pode não ser capaz de administrar a mão de obra de forma eficaz devido ao enfraquecimento da supervisão.
- **Pouca motivação da mão de obra operária** – Quando o trabalho é mudado sistematicamente ou tem que ser desfeito e feito novamente, a motivação (ou seja, o entusiasmo pelo trabalho) provavelmente padece. Quando isso ocorre, a produtividade pode cair.
- **Fatores gerenciais do projeto** – Um resultado do gerenciamento deficiente do projeto pode ser a incapacidade de planejar e coordenar o trabalho adequadamente. Trabalho que não seja adequadamente planejado, escassez de mão de obra ou de equipamentos essenciais de construção e combinação incorreta de equipes de mão de obra podem resultar em produtividade reduzida porque as equipes podem não conseguir trabalhar de forma tão eficiente quanto em outras circunstâncias. Procedimentos de início de projeto planejados e implementados incorretamente também podem levar à perda de produtividade da mão de obra. Por exemplo, a mobilização de mão de obra antes que o canteiro tenha acesso à energia elétrica, ou antes que haja espaço para estacionamento apropriado no local podem causar um impacto inicial na produtividade da mão de obra. Além disso, um *layout* do canteiro de obras mal projetado pode contribuir para perda de produtividade. Se, por exemplo, as equipes tiverem que caminhar por um longo caminho até os refeitórios, quadros de ferramentas, áreas para estocagem de equipamentos, banheiros, entradas e saídas, etc., a produtividade pode sofrer como resultado. Em projetos do tipo Design / Construção ou do tipo Engenharia, Aquisições e Construção (EPC, na sigla em inglês), a mobilização prematura para atividades em campo antes que a engenharia esteja suficientemente concluída para apoiar cronogramas eficientes de trabalho pode levar ao retrabalho e ineficiências.
- **Trabalho fora de sequência** – Quando o trabalho não ocorre de forma lógica e ordenada, a produtividade pode ser afetada negativamente conforme as equipes são aleatoriamente deslocadas pelo canteiro, por exemplo.

13 de abril de 2004

- **Retrabalho e erros** – Quando o trabalho em campo precisa ser feito mais do que uma vez para ficar correto, a produtividade pode sofrer.
- **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. Consequentemente, 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.<sup>14</sup>
- **Restrições de acesso à área de trabalho ou ao canteiro** – Se o local de trabalho estiver em um local afastado, difícil de se chegar, ou cujo acesso seja ineficiente ou limitado, a produtividade pode sofrer porque a mão de obra, equipamentos e materiais podem não estar no local quando e como necessário para apoiar a execução eficaz do trabalho. Além disso, perdas de produtividade podem ocorrer quando o acesso a áreas de trabalho é adiado ou atrasado e a Contratada tem que fazer mais trabalho em menos tempo, o que pode resultar na alocação excessiva de funcionários, enfraquecimento da supervisão e falta de coordenação das frentes de serviço.
- **Condições do local** – Condições físicas (como solos saturados); condições logísticas (como fiação elétrica instalada em altura baixa); condições ambientais (como requisitos que proíbam a construção em determinadas áreas durante certas épocas do ano); condições jurídicas (como portarias quanto à limitação de ruídos proibindo trabalho antes das 07h00 ou depois das 18h00 horas) podem afetar negativamente a produtividade de um projeto.
- **Aprovações ou respostas atrasadas** – Quando as Contratantes, projetistas e/ou gerentes de construção do projeto não conseguirem responder em tempo hábil a apresentações ou pedidos de informações exigidos contratualmente, a produtividade de um projeto pode cair, já que as equipes podem não ter autoridade ou conhecimento suficientes para prosseguir o trabalho.

Uma vez que a primeira perda de produtividade tenha sido detectada, a Contratada deve reconfirmar a estimativa de *baseline* para averiguar que a estimativa do projeto esteja essencialmente correta. Ao fazer isso, a Contratada pode assegurar que a perda de produtividade identificada não é simplesmente o resultado da comparação da produtividade em campo com uma *baseline* equivocada. Depois, é preciso determinar a causa raiz da perda de produtividade.<sup>15</sup> Se for descoberto que a causa é responsabilidade da Contratante, a prática recomendada determina que os termos do contrato sejam obedecidos no que diz respeito à entrega de uma notificação por escrito

13 de abril de 2004

à parte apropriada assim que possível. Depois disso, é preciso reunir toda a documentação comprobatória e registrar um pleito de perda de produtividade conforme prescrito no contrato. Alguns contratos permitem que o registro do pleito seja feito dentro de um prazo específico após a notificação do pleito ter sido registrada, ao passo que outros estipulam que o registro do pleito seja feito dentro de alguns dias após o evento ou circunstância ter acontecido. De qualquer maneira, a Contratada que queira recuperar os custos de perda de produtividade deve obedecer aos termos do contrato tão rigorosamente quanto possível.

## **B.2 Recuperação de Custo de Perda de Produtividade**

Com base na definição de produtividade estabelecida no início desta Prática Recomendada e em uma análise dos fatores de causalidade, perda de produtividade pode ser traduzida como "...o aumento do custo de desempenho causado por uma mudança nos recursos previstos ou planejados, condições ou método de trabalho da Contratada."<sup>16</sup> Pode ser fácil especular sobre a causa geral da perda de produtividade (pelo menos em retrospectiva), mas a Contratada pleiteando ser indenizada por um aumento de custos deverá primeiro demonstrar legitimidade, ou seja, um direito contratual para o ressarcimento de danos no nível de certeza exigido pelos tomadores de decisões ou pelo juiz de fato. Em segundo lugar, a Contratada deverá comprovar, adequadamente, a causalidade, ou seja, a conexão entre a legitimidade e os danos.<sup>17</sup> Os danos resultantes (custos) são um resultado da mudança na relação entre *outputs* e *inputs*. A perda de produtividade é a diferença entre a produtividade da *baseline* e aquela realmente obtida.

$$\text{Perda de produtividade} = \text{Produtividade}_{\text{baseline}} - \text{Produtividade}_{\text{Real}}$$

A produtividade da *baseline* pode ser determinada pela medida dos *inputs* e *outputs* em períodos não impactados ou menos impactados do projeto. Quando esses dados não estiverem disponíveis, é possível fazer uma substituição usando a produtividade da *baseline* estimada ou determinada analiticamente.

A discussão detalhada dos elementos jurídicos da legitimidade e da causalidade está fora do escopo desta Prática Recomendada, mas convém observar que, para recuperar os custos de perda de produtividade (danos), normalmente a Contratada deverá demonstrar adequadamente os seguintes aspectos:

- Conformidade com os requisitos de notificação do contrato.
- Eventos ocorridos durante o desempenho do trabalho que eram imprevisíveis no momento da celebração do contrato ou da execução de uma ordem de mudança predecessora.
- Os eventos que estavam além do controle da Contratada que está reivindicando indenização, independentemente de ser a Contratada, sua Subcontratadas, vendedores ou fornecedores em qualquer nível.
- Os eventos que foram causados pela Contratante ou por alguma entidade pela qual a Contratante é responsável (por exemplo, o projetista, o gerente de construção ou uma Contratada principal

13 de abril de 2004

independente, etc.). Ou, alternativamente, os eventos que foram causados por situações pelas quais a Contratante tenha assumido responsabilidade contratual (por exemplo, uma situação de força maior ou condições diferentes de terreno, etc.).

- A recuperabilidade dos danos resultantes não é impedida pelos termos do contrato (por exemplo, cláusulas justificativas tais como uma cláusula especificando que atraso não configura danos, que pode ser defendida na jurisdição ou superada por eventos além da análise das partes ou de conduta intencional, voluntária ou gravemente negligente da parte que estiver buscando a aplicação de tal cláusula).
- Os eventos que causaram uma alteração no desempenho do trabalho e resultaram no aumento de custos e/ou tempo exigido para realizá-lo (ou seja, o trabalho foi resequenciado, meios e métodos foram alterados, levou mais tempo para realizar o trabalho, o trabalho custou mais devido à execução em condições climáticas adversas, etc.).

Somente após todos os elementos acima terem sido documentados e demonstrados adequadamente, a Contratada fica apta a apresentar seus danos (também chamados de “quantum indenizatório” pelos advogados) para consideração. A determinação desse valor é feita pelo cálculo dos danos potenciais ou pela estimativa dos danos incorridos devido à perda de produtividade que esta Prática Recomendada visa abordar.

Também deve ser observado que a produtividade ideal raramente – ou nunca - está na taxa máxima de produção. Pleitos de perda de produtividade deverão comparar índices de produtividade planejados e documentados com os índices reais de produtividade. Um pleito relativo à “baixa produtividade” provavelmente não terá sucesso. A produtividade abaixo dos índices ideais é ineficiente e cara, mas ela pode ser motivada por fatores conhecidos no momento da licitação e não gerar compensação adicional. Por exemplo, uma oferta de projeto com um cronograma bem apertado pode ditar custos mais altos e produtividade reduzida para realizar o trabalho em um prazo menor. No entanto, se isso for uma condição conhecida por todos no momento da oferta, um pleito de produtividade reduzida provavelmente não será bem sucedido.

## C. PRÁTICA RECOMENDADA

### C.1 Métodos para Estimar Perda de Produtividade

Estão relacionadas a seguir, em linhas gerais, diversos métodos identificados para estimar e perda de produtividade. Os métodos estão listados em ordem de preferência. A ordem de preferência recomendada para a aplicação dos estudos e métodos é baseada na relevância da literatura publicada. Ou seja, Estudos Específicos de Projeto são preferíveis em vez de Estudos Comparativos de Projeto. Estudos Comparativos de Projeto provavelmente devem receber um maior peso do que Estudos Especializados da Indústria. Normalmente, Estudos Especializados da Indústria são considerados mais confiáveis do que Estudos Gerais da Indústria e assim por diante. Dentro de cada categoria, esta Prática Recomendada também colocou a metodologia em ordem de preferência. Por exemplo, estudos realizados adequadamente com a técnica conhecida como *measured mile* (produtividade natural) são preferíveis em vez de análise de valor agregado que, por sua vez, é considerada mais confiável do que amostragem

13 de abril de 2004

de trabalho ou questionários respondidos pelos operários. Após essa relação, há uma discussão de cada um dos métodos e um comentário sobre a utilidade do método em um pleito ou situação contenciosa.

- **Estudos Específicos de Projeto**
  - Estudo utilizando o método *Measured Mile*
  - Análise de Valor Agregado
  - Método de amostragem de Trabalho
  - Método de amostragem usando questionários aplicados a Operários
  
- **Estudos Comparativos de Projeto**
  - Estudo de Trabalho Comparável
  - Estudo de Projeto Comparável
  
- **Estudos Especializados da Indústria**
  - Aceleração
  - Alterações, Impacto cumulativo e Retrabalho
  - Curva de Aprendizagem
  - Horas Extras e Trabalho por Turnos
  - Características do Projeto
  - Gerenciamento do Projeto
  - Condições Climáticas
  
- **Estudos Gerais da Indústria**
  - Guia de Avaliação do Impacto de Modificação do Batalhão de Engenharia do Exército dos EUA
  - Associação de Empreiteiros da Área Mecânica da América do Norte
  - Associação Nacional de Empreiteiros da Área Elétrica dos EUA
  - Guias de Estimativas
  
- **Bases de Custos**
  - Método de Custo Unitário Total
  - Método de custo total modificado de mão de obra
  - Método de custo total de mão de obra
  
- **Impacto da Produtividade sobre o Cronograma**
  - Análise de Impacto sobre o Cronograma

A inclusão de uma metodologia na presente Prática Recomendada não tem a intenção de endossar tal metodologia pela AACEI ou por aqueles que contribuíram para a elaboração deste documento. A inclusão é apenas o reconhecimento que a metodologia tem no setor de construção e é utilizada, com maior ou menor nível de sucesso, em sistemas jurídicos na América do Norte para estimar prejuízos advindos de determinadas situações.

13 de abril de 2004

## **C.2 Prática Recomendada – Ordem de Preferência**

Antes do início de uma análise sobre perda de produtividade, o requerente deve ponderar cuidadosamente se tal declínio pode ser reformulado e classificado como um efeito de trabalho extra especificamente definível. Em caso positivo, a perda de produtividade deverá ser incorporada à estimativa de trabalho e solucionada dessa forma.

A revisão da jurisdição norte-americana e canadense leva à conclusão que tribunais, conselhos de recursos contratuais e outros fóruns legais são mais positivamente impressionados por cálculos de danos relativos diretamente ao projeto em disputa e apoiado por documentação contemporânea ao projeto.<sup>18</sup> Portanto, a prática recomendada para o profissional que estiver preparando um cálculo de perda de produtividade é a utilização, caso possível, de uma das técnicas relacionadas na categoria **Estudos Específicos de Projeto**. As metodologias, discutidas em mais detalhes a seguir, são adequadas a cada projeto e respaldadas por pessoas e registros diretamente envolvidos no momento do litígio ou do trabalho questionado. Caso não existam informações suficientes disponíveis extraídas da documentação contemporânea ao projeto para apoiar uma dessas técnicas, é recomendado o uso de um dos métodos relacionados na categoria **Estudos Comparativos de Projeto**. Estas metodologias também são específicas para cada projeto, mas dependem de formas diferentes de documentação contemporânea.

É reconhecido que nem sempre a documentação contemporânea ao projeto está disponível para o profissional encarregado de estimar a perda de produtividade. Os custos estimados são, obviamente, reconhecidos como uma forma válida de calcular danos após a legitimidade e causalidade terem sido comprovadas adequadamente. Os sistemas jurídicos na América do Norte reconhecem que os danos nem sempre podem ser calculados com certeza matemática. Além disso, é sabido que as Contratadas frequentemente têm que preparar e conviver com as estimativas de custos. Portanto, na ausência de outra comprovação de danos, o sistema jurídico pode permitir que as estimativas estipulem esse valor.<sup>19</sup> Mediante circunstâncias adequadas, os danos estimados podem ser aceitáveis, mas estão mais sujeitos a serem questionados do que os custos diretos do projeto. Entre o cálculo de danos e métodos de estimativa, a recomendação é o uso, primeiramente, de um dos estudos relacionados na categoria **Estudos Especializados da Indústria**. Essa categoria diz respeito a estudos especializados sobre tipos específicos de problemas e geralmente são baseados em alguns projetos reais de construção. Evidentemente, para utilizar um desses estudos, a causa da perda de produtividade deve ser apropriada àquele problema específico que está sendo averiguado.

Caso nenhum dos estudos especializados seja aplicável à situação, a prática recomendada é a utilização de um dos estudos relacionados na categoria **Estudos Gerais da Indústria**. Tais estudos estão mais propensos a serem questionados porque abrangem toda a indústria e não são sujeitos a um projeto, tampouco são adequados a cada projeto. Além disso, algumas vezes os dados básicos são extraídos de um ambiente que não está relacionado ao setor de construção. Finalmente, esses estudos são, de forma geral, concebidos como “guias para a formação de preços futuros” e, portanto, seus propósitos são claramente distintos. Apesar destas críticas, na ausência de técnicas mais confiáveis, esses estudos têm sido utilizados por pleiteantes após a legitimidade e causalidade terem sido adequadamente comprovadas.

Caso a Contratada que está preparando o cálculo de danos relativos à perda de produtividade puder demonstrar legitimidade e causalidade, mas não puder utilizar uma das técnicas anteriormente relacionadas, o recomendado é a utilização de um dos métodos listados na categoria **Base de Custos**. Para ter êxito na utilização de uma dessas

13 de abril de 2004

técnicas, o pleiteante deve superar alguns obstáculos legais discutidos mais detalhadamente a seguir. Contudo, se os desafios puderem ser superados, essas técnicas podem ser autorizadas para medir a perda de produtividade.

Finalmente, a discussão de detalhes sobre a análise de elaboração e atraso de cronograma não está dentro do escopo desta Prática Recomendada, mas recomendamos que os resultados da análise de perda de produtividade sejam repassados para um cronograma para determinar se há mais custos de impacto que devam ser recuperáveis. A prática recomendada determina a utilização da abordagem citada na categoria **Impacto da Produtividade sobre o Cronograma** e o emprego de uma técnica de análise apropriada de atraso de cronograma.

Uma advertência é necessária aqui. A maioria dos pleitos de perda de produtividade envolve situações nas quais a perda de produtividade se deve a diversos fatores. Nunca é demais enfatizar que o cálculo da perda de produtividade não é um exercício simples. Como resultado, é essencial que a causa raiz da perda de produtividade seja determinada a partir dos registros do projeto ou de informações advindas do pessoal do projeto antes da decisão sobre como agir para estimar o impacto sobre a mão de obra. Em situações nas quais existam diversas causas para a perda de produtividade, o profissional encarregado pela elaboração do pleito pode ter que realizar diversas análises de estimativas e depois combiná-las para racionalizar os resultados, mas não deve exagerar a perda de produtividade estimada.

A maior parte das metodologias apresentadas a seguir contam com procedimentos a serem obedecidos quando o método é aplicado a uma situação. Para manter a credibilidade, os pleiteantes que utilizem um ou mais métodos deverão respeitar os procedimentos descritos no método utilizado. Ao estimar a perda de produtividade, alguns dos erros mais comuns são:

- Cálculo da alteração percentual em um projeto com base nos custos ao invés da hora de mão de obra;
- Aplicação de fatores calculados de perda de produtividade às horas de mão de obra como especificadas na requisição técnica ao invés de horas de mão de obra reais;
- Aplicação de fatores calculados a todas as horas do projeto ao invés das horas durante um determinado período afetado;
- Desconsideração dos fatores típicos da curva de produtividade quando estiver calculando a perda de produtividade;
- A não dedução das horas adicionais de mão de obra já pagas em ordens de alteração ou em ordens de trabalho extra antes da aplicação dos fatores estimados de perda de produtividade: ou,
- Desconsideração e não dedução de outros fatores que tenham afetado a produtividade, mas que não sejam recuperáveis nos termos do contrato.

13 de abril de 2004

Erros como os relacionados acima na aplicação de um método à situação que está sendo analisada deverão ser cuidadosamente evitados. Se equívocos como esses aparecerem na análise de perda de produtividade, a credibilidade de tal documento será prejudicada e a probabilidade de recuperação de custo será reduzida.

Finalmente, convém observar que o litígio civil no Canadá e nos Estados Unidos se baseia no teste de “preponderância de provas”. Ou seja, existe uma maior probabilidade que o evento ou ocorrência “x” resulte em danos “y”. Portanto, o profissional encarregado pela análise de perda de produtividade pode querer empregar mais do que um dos métodos relacionados neste documento. De uma perspectiva prática, e isso é especialmente aplicável caso a análise de perda de produtividade não for baseada em registros contemporâneos do projeto, se dois ou mais métodos aplicados independentemente tiverem resultados comparáveis, o juiz de fato (seja ele um juiz, corpo de jurados ou painel de arbitragem) provavelmente irá aceitar os resultados. Mais uma vez, é preciso observar que esta prática recomendada foi derivada de uma análise de decisões jurídicas adotadas nos Estados Unidos e no Canadá. Caso o pleito de perda de produtividade ocorra em outra jurisdição, é preciso buscar aconselhamento legal sobre como as instâncias jurídicas nas jurisdições pertinentes lidam com a questão da perda de produtividade.

### **C.3 Discussão da Prática Recomendada**

**Estudos Específicos de Projeto** – Conforme observado anteriormente, quando surge um litígio sobre perda de produtividade, são considerados mais confiáveis os cálculos baseados na documentação criada contemporaneamente ao projeto em questão, com o respaldo dos funcionários que estavam realmente envolvidos no projeto e nas atividades de trabalho contestadas. Sendo assim, ao calcular perda de produtividade, a recomendação é que as seguintes técnicas sejam utilizadas, sempre que possível.

Existem dois métodos principais para a mensuração de itens de trabalho concluídos. O **método de percentual concluído** baseia-se em estimativas periódicas do percentual de trabalho concluído em uma base de item de trabalho. Por exemplo, um pedido de pagamento mensal pode estimar que o trabalho de enchimento de aterro está 50% completo, conduíte subterrâneo está 32% completo, e assim por diante. Já o **método de unidades físicas de trabalho concluído** é mais detalhado e preciso.<sup>20</sup> Nesse método, a conclusão das unidades reais de trabalho é investigada de forma regular ou periódica e comparada ao número total conhecido de unidades a serem instaladas ou construídas. Qualquer um dos **Estudos Específicos de Projeto** a seguir podem usar qualquer um desses cálculos, dependendo da documentação contemporânea ao projeto mantida pelo pessoal em campo.

- **Estudo *Measured Mile*** - De acordo com Schwartzkopf

“O método mais amplamente aceito para o cálculo de perda de produtividade da mão de obra é conhecido em toda a indústria como o cálculo “*Measured Mile*” (produtividade natural). Esse tipo de cálculo compara atividades idênticas em partes do projeto que sofreram e que não sofreram impactos para averiguar a perda de produtividade resultante do impacto de um conjunto conhecido de eventos. O cálculo *Measured Mile* é preferido porque considera apenas o efeito real do impacto alegado, eliminando disputas a respeito da validade de estimativas de custos ou de fatores que possam ter afetado a produtividade sem culpa da Contratante.”<sup>21</sup>

13 de abril de 2004

Recentemente, uma decisão judicial ampliou o cálculo *Measured Mile* de forma a incluir também a comparação com atividades de trabalho similares e períodos menos impactados versus períodos impactados.<sup>22</sup> Se o trabalho suficiente no projeto estiver concluído em um período não afetado ou menos afetado e a quantidade de trabalho for conhecida, os cálculos geralmente podem ser realizados para verificar o nível de produtividade da *baseline* para aquela parte do trabalho. Unidades físicas de trabalho concluído divididas por horas despendidas para concluir tais itens de trabalho determinam a produtividade durante o período menos afetado ou não afetado. Então, um cálculo semelhante é executado para o período do impacto. A perda de produtividade pode então ser calculada pela subtração do índice de produtividade unitária durante o período impactado da produtividade unitária durante o período não afetado. Podemos observar que, ao realizar o cálculo *Measured Mile*, outras variáveis que poderiam afetar a produtividade mas não estão relacionadas aos impactos em questão, deverão ser levadas em consideração e removidas do cálculo do período afetado desde que tais variáveis tenham ocorrido durante o período menos impactado ou não impactado. Essas variáveis podem ser condições climáticas, má gestão do projeto, problemas relacionados à Subcontratada, aceleração voluntária, etc.<sup>23</sup>

Diversos processos jurídicos federais defenderam o uso da técnica *Measured Mile*, incluindo os casos *E.C. Ernst, Inc. v. Koopers Company*,<sup>24</sup> *Natkin & Company v. George A. Fuller Company*,<sup>25</sup> *United States Industries, Inc. v. Blake Construction Company, Inc.*,<sup>26</sup> *Appeal of Batteast Company*,<sup>27</sup> *Goodwin Contractors, Inc.*,<sup>28</sup> e *Clark Concrete Contractors, Inc. v. General Services Administration*.<sup>29</sup> Entre as quatro metodologias relacionadas na categoria de estudos específicos de projetos, o estudo do tipo *Measured Mile* é o mais frequentemente citado em tribunais. Provavelmente, ele é a melhor prática recomendada, presumindo que existam dados contemporâneos suficientes para a execução dessa abordagem. Esse método aparenta ser reconhecido como o mais confiável no sistema jurídico.<sup>30</sup> Ademais, diferentemente de outros métodos, o estudo *Measured Mile* pode ser usado após o impacto ter ocorrido ou como uma técnica de amostragem, enquanto o trabalho afetado está em andamento.

- **Análise de valor agregado** – Às vezes, é difícil medir a produtividade quando existirem informações insuficientes sobre as unidades físicas de trabalho instaladas no projeto. Diante dessas situações, uma forma simplificada<sup>31</sup> de método de análise de valor agregado pode ser utilizada para calcular as horas estimadas de mão de obra.<sup>32</sup> A estimativa da Contratada ou, em alternativa, o valor em dólares dos pedidos de pagamento, valores contratuais ou preços unitários podem ser usados para determinar as horas de mão de obra, quando elas foram despendidas e, possivelmente, em quais atividades.<sup>33</sup> Unidades físicas de trabalho concluídas multiplicadas pelos índices de orçamento unitário podem ser usadas para determinar horas agregadas. As horas agregadas são então comparadas às horas reais gastas para o período do impacto e a diferença entre as duas pode ser usada para calcular a perda de produtividade vivenciada. A mensuração do valor agregado da documentação contemporânea ao projeto, tais como percentuais concluídos das atualizações de cronograma ou pedidos de pagamento podem auxiliar no cálculo de produtividade da mão de obra.<sup>34</sup> Além disso, o pleiteante pode calcular a receita real por hora de mão de obra em comparação à receita planejada por hora, como alternativa.<sup>35</sup> A análise de valor agregado também pode ser utilizada para calcular as horas estimadas para mão de obra.<sup>36</sup> Os profissionais que utilizam a técnica de análise de valor agregado são alertados para que o orçamento empregado para gerar as métricas de valor agregado seja cuidadosamente revisado e verificado para determinar se é razoável. Qualquer análise de valor agregado baseada em um orçamento injustificável é altamente suspeita. Finalmente, convém observar que um cronograma com CPM totalmente carregado com recursos (mão de obra e quantidades) é uma boa fonte para a obtenção de métricas de valor agregado e permite uma análise similar de causalidade de tempo.

13 de abril de 2004

- **Método de Amostragem de Trabalho** – Amostragem de trabalho é o método no qual o analista de pleitos realiza um grande número de observações diretas dos operários para determinar o que eles estavam fazendo em diversos momentos. A amostragem de trabalho é definida como:

“Uma aplicação de técnicas de amostragem aleatória para o estudo de atividades de trabalho de forma que proporções de tempo dedicadas a diferentes elementos de trabalho possam ser estimadas com certo grau de validade estatística.”<sup>37</sup>

A partir dessas observações, o pleiteante determina, em uma base percentual, quanto tempo é gasto entre o trabalho direto (trabalho em item de pagamento); trabalho de apoio (movimentação de ferramentas e materiais para o local de trabalho); ou atrasos (quando nenhum trabalho está sendo realizado). Ao realizar alguns estudos de amostragem de trabalho, o analista pode comparar a produtividade antes e depois de eventos conhecidos, entre atividades ou equipes trabalho, etc. A amostragem de trabalho tem sido oferecida como uma forma de determinar a perda de produtividade, mas ela só pode ser realizada durante o ciclo de vida do projeto e não é compatível com uma análise retrospectiva.<sup>38</sup>

- **Método de amostragem usando questionários aplicados a operários** – Muitas vezes, os analistas de pleitos encarregados de estimar a perda de produtividade não estão em campo, no projeto, durante o período da interferência. No entanto, quando a perda de produtividade é reconhecida pelo pessoal do gerenciamento do projeto em campo, um questionário pode ser preparado e aplicado aos operários pertinentes. O questionário permite que os operários estimem o tempo de produtividade perdida em campo de forma diária ou semanal, identificando o motivo que causou o tempo perdido. Talvez esse não seja o tipo mais científico de estudo, mas é considerada documentação contemporânea se administrada corretamente. O pleiteante pode então associar os resultados de tal estudo aos argumentos relativos à legitimidade e causalidade.<sup>39</sup> Uma variação desse método é a aplicação do questionário de operários ao final do trabalho, para confirmar ou modificar a análise de perda de produtividade realizada com outro método. Por exemplo, um caso recente no Conselho de Recursos Contratuais decidiu que o Questionário de Operários poderia ser usado como modificador em um estudo abrangendo toda a indústria e, mediante esse critério, concedeu o ressarcimento de custos de perda de produtividade a uma Subcontratada da área mecânica.<sup>40</sup>
- **Estudos Comparativos de Projeto** – Pode haver momentos nos quais um pleiteante precise elaborar uma estimativa de perda de produtividade quando as circunstâncias que estiverem afetando a produtividade, tais como uma alteração, atraso ou interferência aconteçam durante todo o projeto. Ou seja, as circunstâncias do projeto foram tais que não havia nenhum período da atividade de trabalho em questão que não houvesse sofrido um impacto, sendo impossível determinar a produtividade da *baseline*. Nessas circunstâncias, e presumindo que seja possível, a prática recomendada é a utilização de um dos seguintes métodos, desde que existam informações suficientes.

13 de abril de 2004

- **Estudo de Trabalho Comparável** – Existem duas formas desta técnica analítica. Uma delas ocorre quando a Contratada estima a perda de produtividade na parte impactada do projeto. Depois que isso foi feito, o analista encontra uma atividade de trabalho análoga ou similar no projeto que não tenha sido impactada (ou tenha sido menos impactada) e calcula a produtividade nesse trabalho. Por exemplo, uma comparação da instalação de conduítes elétricos com a instalação dos *sprinklers* contra incêndio. A relação entre os dois cálculos forma a perda de produtividade estimada. Nesse método, a dificuldade é determinar o que é trabalho análogo ou trabalho similar. Se a perda de produtividade ocorreu durante a instalação dos conduítes elétricos, esse trabalho pode realmente ser considerado análogo à instalação da tubulação para os *sprinklers* anti-incêndio? Fatores como tamanho, peso, elevação acima do solo ou além da plataforma, etc. deverão ser cuidadosamente analisados e documentados para apresentar uma análise desse tipo de forma bem sucedida. A outra forma de estudo de trabalho comparável é pelo cálculo da produtividade durante o período impactado no projeto e comparação dessa produtividade a um trabalho similar, no mesmo projeto, realizado por outra Contratada cujo trabalho não tenha sido afetado.<sup>41</sup> Normalmente, o estudo de trabalho comparável só é realizado quando o estudo do mesmo trabalho antes e depois de um evento conhecido não é possível e, portanto, a análise do tipo *measured mile* não pode ser feita. Talvez, ordens de alteração quanto aos conduítes elétricos tenham sido tão frequentes desde o início do trabalho que a Contratada nunca tenha conseguido chegar ao nível ideal para fazer uma análise do tipo *measured mile*. Em tais situações, Contratantes de projeto dificilmente permitirão uma comparação da produtividade real com a produtividade especificada na licitação, mesmo que ela seja responsável pelas alterações. Em vez disso, a Contratada pode estar apta a comparar a produtividade real da instalação de conduítes com a produtividade da instalação dos *sprinklers* contra incêndio para tirar as devidas conclusões.
- **Estudo de Projeto Comparável** – Caso o Estudo de Trabalho Comparável não possa ser realizado, uma alternativa aceitável é o cálculo da produtividade do projeto em questão e compará-la à produtividade obtida em outro projeto com trabalho similar. Obviamente, para fazer isso com êxito, a Contratada deverá demonstrar que o projeto comparável tinha porte e magnitude semelhantes, localização similar, condições meteorológicas e de mão de obra semelhantes e assim por diante. Quanto mais similaridade houver entre os projetos, mais probabilidade há que esse método receba credibilidade. Evidentemente, menos semelhanças entre os projetos levam a menos chances de sucesso.<sup>42</sup>
- **Estudos Especializados da Indústria** – Caso não haja documentação contemporânea suficiente do projeto para permitir a preparação de um estudo individualizado para o projeto ou os Estudos Comparativos de Projeto estabelecidos anteriormente, ou por imposição de outras circunstâncias, a prática recomendada é a realização de uma estimativa de perda de produtividade usando dados extraídos de um dos estudos especializados mencionados acima. O pleiteante obviamente terá que demonstrar a legitimidade e causalidade, como explicado anteriormente. Além disso, a Contratada terá que comprovar que o projeto deparou-se com uma situação similar àquela do estudo ou estudos especializados na qual se baseia.<sup>43</sup> As principais diferenças entre os Estudos da Indústria Especializada relacionados abaixo e os Estudos Gerais da Indústria relacionados na próxima seção são que (1) esses estudos são individualizados para o assunto; (2) eles são frequentemente limitados à uma indústria específica; e, (3) são geralmente baseados em um pequeno número de projetos específicos, e não em uma pesquisa generalizada da indústria em todo o país.

13 de abril de 2004

- **Aceleração** – Essas pesquisas e estudos oferecem observações sobre a avaliação dos impactos na produtividade quando um projeto é acelerado – ou seja, ele é apressado ou é exigido que o trabalho seja executado em menos tempo do que o permitido. Os estudos investigam questões como acúmulo excessivo de pessoas na mesma frente de trabalho, alocação excessiva de funcionários na equipe e número de funcionários envolvidos no trabalho que resultem de tal situação, entre outras coisas. Para obter uma lista dos estudos e trabalhos publicados relacionados a este tópico, consulte o **Anexo A**.
- **Alterações, Impacto Cumulativo e Retrabalho** – Essas pesquisas e estudos oferecem observações sobre a avaliação dos impactos sobre a produtividade quando existir um grande número de alterações durante o desempenho do trabalho em um projeto. Ademais, alguns desses estudos investigam especificamente as questões referentes ao impacto cumulativo (sinérgico) causado pelas diversas alterações. Também estão listados alguns estudos abordando “Qual a quantidade normal de alterações esperadas em um projeto?” Para obter uma lista dos estudos e trabalhos publicados relacionados a este tópico, consulte o **Anexo B**.
- **Curva de aprendizagem** – A curva de aprendizagem representa a produtividade típica encontrada no início de qualquer importante atividade de projeto. A mão de obra operária deve se habituar a trabalhar em equipe. Os operários devem se familiarizar com o canteiro da obra e seu layout (ou seja, onde os banheiros e quadros de ferramentas estão localizados, onde são as áreas de estocagem de equipamentos, etc.). As equipes deverão também se acostumar com os requisitos do projeto (nível de qualidade exigido, nível de inspeção imposto, saída de produção exigida para atender aos requisitos do cronograma, etc.). A curva de aprendizagem é típica. Ela também pode ocorrer posteriormente nos projetos se o trabalho for suspenso e a mão de obra desmobilizada para ser mobilizada novamente mais tarde. Essas pesquisas e estudos investigam o impacto sobre a produtividade quando um projeto se depara com um atraso ou suspensão de trabalho, fazendo com que os operários sejam retirados do canteiro e remobilizados posteriormente. Para obter uma lista dos estudos e trabalhos publicados relacionados a este tópico, consulte o **Anexo C**.
- **Horas Extras e Trabalho por Turnos** – Essas pesquisas e estudos consideram o impacto sobre a produtividade quando ocorrer bastante trabalho em um regime de horas extras ou em trabalho por turnos em um projeto durante um longo período. Para obter uma lista dos estudos e trabalhos publicados relacionados a este tópico, consulte o **Anexo D**.
- **Características do Projeto** – Essas pesquisas e estudos consideram o impacto sobre a produtividade relacionado a características distintas de projeto. Para obter uma lista dos estudos e trabalhos publicados relacionados a este tópico, consulte o **Anexo E**.
- **Gerenciamento do Projeto** – Essas pesquisas e estudos analisam o impacto sobre a produtividade advindo da má gestão do projeto, incluindo impactos sobre a engenharia, escassez de equipamentos, ferramentas e materiais de construção, rotatividade da gerência no canteiro de obra, etc. Para obter uma lista dos estudos e trabalhos publicados relacionados a este tópico, consulte o **Anexo F**.

13 de abril de 2004

- **Condições meteorológicas** – Essas pesquisas e estudos avaliam o impacto sobre a produtividade da mão de obra causado por condições meteorológicas. Para obter uma lista dos estudos e trabalhos publicados relacionados a este tópico, consulte o **Anexo G**.
- **Estudos Gerais da Indústria** – Algumas vezes, não existe documentação contemporânea suficiente para apoiar um estudo específico de projeto ou um estudo comparativo de projeto, além da perda de produtividade resultante de diversas causas não específicas. Essa situação é particularmente acentuada quando há uma falta de dados contemporâneos de um projeto ou quando há um excesso de dados inconclusivos. Diante de situações como essa, a recomendação é empregar um dos Estudos Gerais da Indústria relacionados abaixo. Ao utilizar tais estudos, é preciso ter cautela devido a diversos motivos conhecidos. Alguns deles estão dispostos a seguir:
  - A fonte dos dados para os fatores relacionados nesses estudos nem sempre é conhecida. Os dados podem ter sido extraídos de uma pesquisa e formados por informações anedóticas, em vez de dados empíricos.<sup>44</sup>
  - Esses estudos não abordam como aplicar tais fatores a situações nas quais múltiplas causas de perda de produtividade tenham sido identificadas durante a análise de legitimidade e causalidade.<sup>45</sup>
  - Esses estudos não abordam se os fatores foram aplicados ao projeto inteiro, a partes do projeto, ao trabalho alterado, etc.<sup>46</sup>
  - Esses estudos são raramente conclusivos no que diz respeito à quantificação da perda de produtividade porque eles não têm uma relação direta com o projeto em litígio.<sup>47</sup>
  - Esses estudos são interpretados, por algumas pessoas, como sendo de interesse próprio porque eles aparentam defender os interesses das Contratadas contra a associação do setor que elaborou os estudos.<sup>48</sup>
  - Esses estudos podem ser usados para questionar a razoabilidade dos índices de produtividade planejada da Contratada.<sup>49</sup>
  - Tribunais e Conselhos de Recursos Contratuais aparentam estar mais dispostos a aceitar esses estudos como provas de apoio ou de refutação, e não como evidências diretas da perda de produtividade.<sup>50</sup>
  - Finalmente, convém observar que esses estudos da indústria foram preparados inicialmente para fins de estimativas e formação de preços futuros de ordens de alteração ou ordens de trabalho extra e não para fazer uma análise retrospectiva de estimativas de perda de produtividade.<sup>51</sup>

Após as declarações acima, os Tribunais e Conselhos de Recursos Contratuais continuam a permitir o uso de Estudos Gerais da Indústria mediante circunstâncias apropriadas. Se a Contratada puder demonstrar causalidade e

13 de abril de 2004

legitimidade e se não houver um método melhor para estimar os danos resultantes, então os Tribunais e Conselhos de Recursos Contratuais podem permitir a utilização de tais estudos.<sup>52</sup>

Os três Estudos Gerais da Indústria mais normalmente mencionados são:

- Mechanical Contractors Association of America – MCAA (Associação de Empreiteiros da Área Mecânica da América do Norte), *Manual de Estimativa de Mão de Obra: Anexo B, Fatores que Afetam a Produtividade*, Rockville, Md., agosto de 1998. O Anexo B aborda dezesseis fatores que podem afetar a produtividade da mão de obra. O manual apresenta uma gama de perdas, expressas em percentuais, para casos menores, médios e graves.
- National Electrical Contractor's Association - NECA (Associação Nacional de Empreiteiros da Área Elétrica dos EUA), *Manual de Unidades de Mão de Obra*, Bethesda, Md., 1976 e 2003. Esse manual continha com uma lista de verificação de fatores de trabalho abordando os fatores a serem considerados mediante determinadas circunstâncias. Edições atuais do manual não têm mais a lista, mas um resumo dela pode ser encontrado no livro de Schwartzkopf, *Calculating Lost Labor Productivity in Construction Claims (Cálculo de Perda de Produtividade de Mão de Obra em Pleitos de Construção)*, §11.3 na página 128.
- Batalhão de Engenharia do Exército dos EUA, *Modification Impact Evaluation Guide (Guia de Avaliação do Impacto de Modificação)*, EP 415-1-3, Departamento do Exército, Gabinete do Chefe de Engenharia, Washington, D.C., julho de 1979.<sup>53</sup> Esse manual aborda os vários fatores que o exército Americano está disposto a discutir e negociar ao considerar a fixação de preços futuros de ordens de alteração.

Apesar das fragilidades identificadas e conhecidas desses estudos gerais da indústria eles continuam a ser considerados práticas recomendadas mediante as circunstâncias adequadas. Primeiro, o pleiteante deverá demonstrar legitimidade e causalidade. Depois, deverá ser comprovado que não existem informações melhores para servirem de base para a estimativa dos danos resultantes. Finalmente, a Contratada deverá mostrar que os impactos encontrados no projeto se encaixam racionalmente em um ou mais desses estudos.

Além disso, existe outro tipo de Estudo Geral da Indústria, que está disponível para a utilização por parte do analista de pleito. Guias nacionais para estimativas são classificados nesta Prática Recomendada como Estudos Gerais da Indústria porque as informações e dados contidos neles são baseados em estudos da indústria de construção em geral. Normalmente, eles não são tão sujeitos às críticas relacionadas acima. Entretanto, o pleiteante ainda terá que demonstrar legitimidade e causalidade e comprovar que não há uma forma melhor para estimar os danos. Se isso puder ser feito, guias de estimativas podem ser utilizados e podem receber um pouco de credibilidade. Geralmente, os guias nacionais para estimativas disponíveis no mercado são atualizados uma vez ao ano ou, talvez, até com mais frequência. Esses guias normalmente fornecem informações sobre produtividade. Diferentemente dos Estudos Gerais da Indústria relacionados acima (que listam fatores percentuais para calcular a perda de produtividade mediante determinadas situações) os guias de estimativas são úteis para estabelecer a norma ou a produtividade da linha de base que a Contratada deveria ter sido capaz de obter exceto para os eventos enfrentados. Portanto, uma abordagem do tipo *Measured Mile* estimada pode ser feita calculando a produtividade real de um projeto em comparação à produtividade estimada de um ou mais guias de estimativas. Para obter uma lista dos guias de estimativas disponíveis para tal uso, consulte o **Anexo H**.

13 de abril de 2004

- **Base de Custo** – Caso seja possível demonstrar legitimidade e causalidade, mas não exista documentação de projeto suficiente para apoiar os cálculos de danos usando qualquer uma das técnicas descritas acima, recomenda-se o uso de um dos métodos de custeio especificados a seguir. Esses métodos requerem a análise dos registros de custos do trabalho do projeto. A finalidade de tal análise preliminar é determinar as horas e os custos reais da mão de obra direta (tendo retirado materiais, equipamentos instalados, insumos, custos indiretos em campo e no escritório domiciliar, ferramentas e componentes pequenos, etc.).
- **Método de Custo Unitário Total** – Esse método é uma variação do Método de Custo Total de Mão de Obra discutido a seguir. Nele, todos os custos incorridos (mão de obra, materiais, equipamentos, Subcontratadas, ferramentas e componentes pequenos, etc.) são divididos por unidades de trabalho concluídas durante aquele período. Um cálculo semelhante é feito para as unidades de trabalho em um período diferente. Presumindo que nenhuma outra variável tenha surgido durante o segundo período, é possível dizer que a diferença no custo unitário é o impacto do evento identificado pelo pleiteante. Então é preciso fazer cálculos para determinar e remover os custos dos materiais, equipamentos, pequenas ferramentas e subcontrato. Depois que isso tiver sido feito, o restante é custo de mão de obra e o diferencial em custo de mão de obra por unidade instalada é, certamente, o impacto sobre a produtividade da mão de obra resultante do evento sobre o qual foi feita a reclamação.<sup>54</sup>
- **Método de custo total modificado de mão de obra** – Esse método é a mesma coisa que o Método de Custo Total de Mão de Obra, exceto que a Contratada subtrai os erros conhecidos da oferta, custos excessivos (por exemplo, incapacidade de mitigar danos), problemas em campo pelos quais a Contratada foi responsável, etc. Como resultado, a fórmula apresenta-se como a seguir:

$$\begin{aligned} \text{Total de Custos Devidos de mão de Obra} &= \text{Total de Custos Gastos de mão de Obra} - \dots \\ &\dots - \text{Problemas Reconhecidos da Contratada} - \dots \\ &\dots - \text{Total de Custos Pagos de Mão de Obra} \end{aligned}$$

A Contratada que estiver utilizando esta prática recomendada ainda precisa passar por um teste de quatro partes estabelecido pelos tribunais e explicado a seguir. Não é prudente usar o método quando outro mais confiável for possível. Entretanto, ao subtrair os problemas da Contratada da equação de custos, a Contratada aborda os últimos três testes de forma afirmativa. Da mesma forma, uma Contratada que corrija falhas em sua oferta ou em seu orçamento irá, pelo menos parcialmente, abordar o segundo, terceiro e quarto testes dispostos abaixo.

- **Método do Custo total de Mão de Obra** – A fórmula básica para uma análise básica sobre o custo total de mão de obra é a seguinte.

13 de abril de 2004

**Total de Custos Devidos de mão de Obra** = Total de Custos Gastos de Mão de Obra – ...  
... – Total de Custos Pagos de Mão de Obra<sup>55</sup>

Esse método de estimativa de danos pode ser aplicado ao projeto inteiro, caso a perda da produtividade tenha se estendido a todo o trabalho. Alternativamente, essa técnica de estimativa pode ser aplicada a uma área específica do trabalho (por exemplo, envidraçamento, alvenaria, etc.) se apenas áreas específicas ou itens de trabalho tiverem sido afetados. Ela também pode ser aplicada a determinadas equipes de mão de obra operária se puder ser demonstrado que apenas determinadas equipes foram sujeitas à perda da produtividade. Entretanto, esse é o método menos aceito para calcular a queda da produtividade da mão de obra.<sup>56</sup>

Ao usar a metodologia de base de custos, a Contratada deverá lembrar-se que os custos da mão de obra dependem do número de horas/homem e do custo unitário dessas horas. Portanto o custo total gasto da mão de obra pode ultrapassar o custo total pago de mão de obra devido a um aumento no custo médio unitário da mão de obra, não à uma perda da produtividade (por exemplo, mais horas gastas do que o planejado). Apesar de muitos dos fatores que afetam a produtividade poderem também aumentar o custo unitário da mão de obra, podem ocorrer outras circunstâncias no projeto que elevem o custo unitário da mão de obra (por exemplo, um sindicato exigindo uma proporção diferente entre aprendizes e profissionais qualificados) e que não sejam relacionadas às circunstâncias que afetam a produtividade. Portanto, é uma prática recomendada que o pleiteante aborde separadamente tanto as perdas de produtividade (por exemplo, aumento em horas) quanto as diferenças em custos unitários de mão de obra ao utilizar um método de base de custos.

Ao utilizar esta prática recomendada, os pleiteantes deverão também estar cientes de que é preciso superar vários obstáculos legais para obter êxito no uso dessa abordagem em casos contenciosos. Para protegerem-se contra as possíveis injustiças contidas na fórmula acima, os tribunais estabeleceram um teste padrão. Para usar esse método de precificação de danos, a Contratada deverá demonstrar os seguintes pontos:

1. A natureza das perdas específicas faz com que seja impraticável, se não mesmo impossível, determinar os danos de qualquer outra forma.
2. A oferta ou estimativa da Contratada foi razoável e isenta de quaisquer erros significativos.
3. Os custos reais da Contratada foram razoáveis (o que significa que cabe ao pleiteante comprovar a mitigação de danos).
4. A Contratada não foi responsável por qualquer dos eventos que levaram à perda da produtividade.<sup>57</sup>

Supondo que a Contratada possa comprovar esses quatro pontos, esta prática recomendada é um método admissível para estimar os danos causados pela perda de produtividade.

- **Impacto da Produtividade sobre o Cronograma** – A discussão de elaboração de cronogramas e suas técnicas não está dentro do escopo desta Prática Recomendada. Entretanto, existe uma relação entre

13 de abril de 2004

análise de perda de produtividade da mão de obra, impacto causado pela perda de produtividade da mão de obra sobre um cronograma de projeto e, possivelmente, o caminho crítico daquele cronograma. É reconhecido que atrasos de cronograma podem resultar não apenas da perda de produtividade mas, em muitos casos, podem ser anteriores à perda de produtividade. O fator que normalmente leva uma Contratada a executar trabalho de forma ineficiente é a falta de tempo para realizar o trabalho de forma mais eficiente. Como resultado, normalmente perda de produtividade envolve algum elemento de atraso acompanhado por uma tentativa de aceleração ou aceleração real em algum ponto de sua cadeia de causalidade. Portanto, a análise de cronograma frequentemente desempenha uma função importante ao averiguar a legitimidade e, talvez, o impacto da perda de produtividade.

Em termos gerais, a relação entre a produtividade da mão de obra e o impacto sobre o cronograma normalmente acontece da seguinte forma: se uma Contratada enfrentar perda de produtividade em algum momento durante o progresso do trabalho, então essas atividades, que são menos produtivas, terão a duração estendida. Isso, por sua vez, pode afetar outras atividades. Por exemplo, as atividades subsequentes podem também ter suas durações aumentadas; podem ter que ser resenquenciadas para cumprir as datas finais do cronograma; ou podem ser transferidas de momentos com clima estável e ou índices salariais baixos para períodos com condições climáticas ruins ou de salários mais altos. Foi reconhecido pelos tribunais que "... a Contratada não precisa comprovar que o desempenho do contrato foi estendido além da data de conclusão planejada com o objetivo de recuperar a perda de produtividade."<sup>58</sup> Entretanto, se as atividades planejadas de trabalho tiverem sido resequenciadas ou transferidas de períodos de clima estável para períodos de clima instável, provavelmente elas também terão sofrido uma perda de produtividade. Isso pode ser o efeito sinérgico ou incidental da perda de produtividade ou de trabalho não alterado. O desafio para o pleiteante é determinar tal impacto incidental, mostrar legitimidade, demonstrar a relação de causa e efeito e depois estimar ou documentar os danos sofridos.

Não existe um acordo válido em todo o setor sobre qual técnica de elaboração de cronograma deve ser aplicada na análise de atraso e de impacto. E, como observado anteriormente, esta Prática Recomendada não visa facilitar tal acordo. Esta Prática Recomendada aborda a questão de como estimar e precificar a perda de produtividade da mão de obra. Cabe observar que uma Prática Recomendada separada para a Análise de Atraso de Cronograma está sendo preparada no momento da redação do presente documento.

- **Análise de Impacto sobre o Cronograma** – Sobre esse tema, recomendamos o uso de alguma técnica de análise de cronograma para determinar o atraso geral do projeto ou o atraso de algumas atividades dentro do cronograma. Após ter sido determinado que algumas ou todas as atividades restantes no cronograma estão atrasadas, então as técnicas expostas acima podem ser aplicadas para determinar se qualquer perda de produtividade tenha surgido de tal atraso. Atividades atrasadas são identificadas e recalculadas<sup>59</sup> para estimar o efeito de tal atraso em termos de perda de produtividade. Outras atividades deverão então ser analisadas para determinar se elas também sofreram impactos sobre a produtividade. Em caso positivo, tais atividades também podem ter que ser recalculadas e a análise de cronograma feita novamente. Esse é um processo iterativo que continua até que todas as atividades posteriores da perda de produtividade inicial tenham sido examinadas para determinar se foram afetadas pelo impacto incidental. Quando esse processo estiver concluído, os danos podem ser calculados usando uma ou mais das práticas recomendadas identificadas acima.

13 de abril de 2004

## D. CONCLUSÃO

Mediante as circunstâncias adequadas, todos os métodos apresentados neste documento são tecnicamente aceitáveis e é por essa razão que foram incluídos nesta Prática Recomendada. Entre todos os métodos identificados acima, os mais confiáveis são aqueles descritos na seção sobre **Estudos Específicos de Projeto**. Esses métodos são baseados em documentação contemporânea ao projeto e conhecimento sobre ele. Portanto, esses métodos são os que conseguem fazer um cálculo aproximado mais real dos danos de um projeto. Todas as outras metodologias discutidas nesta Prática Recomendada são técnicas de estimativa com variados graus de confiabilidade. Por essa razão, elas são consideradas ligeiramente menos confiáveis do que os Estudos Específicos de Projeto. Novamente, isso destaca a importância da manutenção de bons registros de projeto desde seu início, que capturem a documentação contemporânea ao projeto por indivíduos ativamente envolvidos na sua construção.

## COLABORADORES

*Declaração de isenção de responsabilidade: As opiniões expressas na presente prática recomendada são dos autores e colaboradores e não refletem necessariamente as posições de seus empregadores, salvo disposição em contrário.*

Donald F. McDonald, Jr., PE CCE (Autor)

James G. Zack, Jr. (Autor)

David Armstrong

Jack H. Bess

Robert A. Boyd

Bruce E. Bradley

Randy M. Brake

Joseph A. Brown, CCE

Timothy T. Calvey, PE

Donald J. Cass, CCE R.

Jay Colburn

Edward E. Douglas, III CCC

Donald J. Fredlund, Jr.

Fred W. Giffels

David W. Halligan

Peter Heroy

Lee J. Hobb

Kenji P. Hoshino

Dr. Kenneth K. Humphreys, PE CCE

Anthony G. Isaac

Richard M. Kutta, CCE

Dr. Richard E. Larew, PE CCE

13 de abril de 2004

Paul Levin  
John D. Marshall, Jr.  
Jeffery L. Ottesen, PE  
Stephen O. Revay, CCC  
Rick Richison  
Wisley Saintelmy, PE  
Mark C. Sanders, PE CCE  
L. Lee Schumacher  
Dr. Amarjit Singh, PE  
Richard D. Smith, PE CCE  
Theodore J. Trauner  
Tony Tuinstra, P.Eng.  
Anthony J. Werderitsch, PE CCE  
William R. Zollinger, III, PE

#### ANEXO A: Estudos Especializados Relacionados à Aceleração

- Construction Industry Institute, CII Research Summary RS 6-7, *Concepts and Methods of Schedule Compression*, Austin, Texas, novembro de 1988.
- Construction Industry Institute, CII Research Summary RS 41-1, *Schedule Reduction Executive Summary*, Austin, Texas, abril de 1995.
- Construction Industry Institute, CII Research Summary RS 41-11, *Investigation of Schedule Reduction Techniques for the Engineering and Construction Industry*, Austin, Texas, setembro de 1996.
- Construction Industry Institute, CII SD-55, *Concepts and Methods of Schedule Compression*, Austin, Texas, julho de 1990.
- Jensen, Donald A. and Albert Pedulla, *Construction Acceleration: Recognizing the Necessary Legal Elements for a successful Claim by the Contractor*, Debate na 31ª Conferência Anual da ASC, Arizona State University, Abril de 1995.
- National Electrical Contractors Association, *Electrical Construction Peak Work Force Report*, 2<sup>nd</sup> Edition, Washington, D.C., 1987.
- National Electrical Contractors Association, *Normal Project Duration in Electrical Construction Report*, Washington, D.C., 1984.
- O'Connor, L.V., *Overcoming the Problems of Scheduling on Large Central Station Boilers*, American Power Conference, 31:518-28, 1969.
- Singh, Amarjit, *Claim Evaluation for Combined Effect of Multiple Claim Factors*, Cost Engineering, Vol. 43, Nº 12, págs. 19 – 31, dezembro de 2001.
- Smith, A.G., *Increasing Onsite Production*, AACEI Transactions, K.4.1, 1987.
- Thomas, H. Randolph Jr., and Gary R. Smith, *Loss of Construction Labor Productivity Due to Inefficiencies and Disruption: The Weight of Expert Opinion*, The Pennsylvania Transportation Institute, dezembro de 1990.
- Thomas, H. Randolph Jr., and G. L. Jansma, *Quantifying Construction Productivity Losses Associated with an Accelerated Schedule*, 1985.
- Thomas, H. Randolph, Jr. and Amra A. Oloufa, *Strategies for Minimizing the Economic Consequences of Schedule Acceleration and Compression*, The Electrical Contracting Foundation, 1996.
- U.S. Army Corps of Engineers, *Modification Impact Evaluation Guide*, Department of the Army, Office of the Chief of Engineers, Washington, D.C., julho de 1979.
- Waldron, A.J., *Applied Principles of Project Planning and Control*, 2<sup>nd</sup> Edition, 1968.

13 de abril de 2004

**ANEXO B: Estudos Especializados Relacionados a Alterações, Impacto Cumulativo e Retrabalho**

- Borcharding, John D. and L.F. Alarcon, *Quantitative Effects on Productivity*, The Construction Lawyer, Vol. 11, Nº 1, 1991.
- Chen, Mark T., *Change Control and Tracking*, U.2.1, AACEI Transactions, 1992.
- Committee on Construction Change Orders, *Construction Contract Modifications: Comparing the Experience of Federal Agencies with Other Owners*, Building Research Board National Research Council, Washington, D.C., 1986.
- Construction Industry Institute, *The Impact of Changes on Construction Cost and Schedule*, CII Research Summary RS6-10, Austin, Texas, abril de 1990.
- Construction Industry Institute, *Quantitative Effects of Project Change Executive Summary*, CII Research Summary RS43-2, Austin, Texas, dezembro de 1994.
- Construction Industry Institute, *The Effects of Change on Labor Productivity: Why and How Much*, CII SD-99, Austin, Texas, Agosto de 1994.
- Construction Industry Institute, *Quantitative Impacts of Project*, CII SD-108, Austin, Texas, maio de 1995.
- Construction Industry Institute, *Quantifying the Cumulative Impact of Change Orders for Electrical and Mechanical Contractors*, Research Summary 158-1, Austin, Texas, 2001.
- Halligan, D.W. and Demsetz, L.A., *Action-Response Model and Loss of Productivity in Construction*, Journal of Construction Engineering and Management, ASCE, março de 1994.
- Hanna, Awad S., Jeffrey S. Russell, Joel Detwiler and Pehr Peterson, *Quantifying the Cumulative Impact of Change Orders*, Preliminary Report, 6 de julho de 1999.
- Hanna, Awad S., Jeffrey S. Russell, Erik V. Nordheim and Matthew J. Bruggink, *Impact of Change Orders on Labor Efficiency for Electrical Construction*, Journal of Construction Engineering and Management, Vol. 125, Nº. 4, 1999.
- Hanna, Awad S., Jeffrey S. Russell, Timothy W. Gotzion and Erik V. Nordheim, *Impact of Change Orders on Labor Efficiency for Mechanical Construction*, Journal of Construction Engineering and Management, Vol. 125, Nº 3, 1999.
- Hester, Westin T., John A. Kuprenas and P.C. Chang, *Construction Changes and Change Orders: Their Magnitude and Impact*, Construction Industry Institute, Source Document 66, Austin, Texas, 1991.
- Leonard, Charles A., *The Effects of Change Orders on Productivity*, Concordia University, Montreal, Quebec, 14 de abril de 1987.
- Mechanical Contractors Association of America, *Change Orders, Overtime and Productivity*, Publication M3, Rockville, Md., 1968.
- Singh, Amarjit, *Claim Evaluation for Combined Effect of Multiple Claim Factors*, Cost Engineering, Vol. 43, Nº 12, págs. 19 – 31, dezembro de 2001.
- Thomas, H. Randolph, Jr. and Carmen Napolitan, *Effects of Changes on Labor Productivity: Why and How Much*, Construction Industry Institute, Source Document 99, agosto de 1994.
- U.S. Department of Commerce, *Ratio of Completion Cost to Original Cost Estimate*, Construction Reports C3085-5, Construction Statistics Division, Bureau of the Census, Washington, D.C., 1985.

**ANEXO C: Estudos Especializados Relacionados à Curva de Aprendizagem**

- Cass, Donald J., *Labor Productivity Impact of Varying Crew Levels*, C.2.1, AACEI Transactions, 1992.

13 de abril de 2004

- Construction Industry Institute, *Compressing the Learning Curve*, CII VC-112, Austin, Texas, 1997.
- Daytner, A.D. and H. Randolph Thomas, Jr., *An Analysis of the Interaction Between the Effect of Learning and Efficiency Losses Caused by Weather*, Construction Management Research Series, Report No. 21, 1985.
- Emir, Zey, *Learning Curve in Construction*, Revay Reports, Vol. 18, Nº. 3, outubro de 1999.
- Gates, Marvin and Amerigo Scarpa, *Learning and Experience Curves*, Journal of the Construction Division, 92, março de 1972.
- Gordon, R.B., *How to Use the Learning Curve*, 1965.
- Singh, Amarjit, *Claim Evaluation for Combined Effect of Multiple Claim Factors*, Cost Engineering, Vol. 43, Nº 12, págs. 19 – 31, dezembro de 2001.
- Thomas, H. Randolph, Jr., Cody T. Matthews and James G. Ward, *Learning Curve Models of Construction Productivity*, 112 Journal of Construction Engineering and Management, 248, June, 1986.
- Thomas, H. Randolph, Jr. and Amra A. Oloufa, *Labor Productivity, Disruptions and the Ripple Effect*, Cost Engineering, Vol. 37, Nº 12, dezembro de 1995.
- United Nations Committee on Housing, Building and Planning, *Effect of Repetition on Building Operations and Processes on Site*, New York, 1965.
- Ward, James G. and H. Randolph Thomas, Jr., *A Validation of Learning Curve Models Available to the Construction Industry*, Construction Management Research Series, Report No. 20, Agosto de 1984.
- Wright, T.P., *Factors Affecting the Cost of Airplanes*, Journal of Aeronautical Sciences, 124-125, fevereiro de 1936.

#### ANEXO D: Estudos Especializados Relacionados a Horas Extras e Trabalho por Turnos

- Adrian, James J., *Construction Productivity Improvement*, Elsevier Science Publishing, New York, 1987.
- American Association of Cost Engineers, *Effect of Scheduled Overtime on Construction Projects*, Morgantown, W.V., outubro de 1973.
- American Subcontractors Association, Associated General Contractors of America and Associated Specialty Contractors, Inc., *Owner's Guide on Overtime, Construction Costs and Productivity*, Washington, D.C., julho de 1979.
- Brunies, Regula and Zey Emir, *Calculating Loss of Productivity Due to Overtime Using Published Charts – Fact or Fiction*, The Revay Report, Vol. 20, Nº 3, novembro de 2001
- Bureau of Labor Statistics Bulletin No. 917, *Hours of Work and Output*, U.S. Department of Labor, Washington, D.C., 1947.
- Business Roundtable, *Effect of Scheduled Overtime on Construction Projects – Coming to Grips with Some Major Problems in the Construction Industry*, New York, 1974.
- Construction Industry Cost-Effectiveness Task Force, *Scheduled Overtime Effect on Construction Projects*, The Business Roundtable, New York, 1980.
- Construction Industry Institute, *The Effects of Schedule Overtime and Shift Schedule on Construction Craft Productivity*, Source Document 43, Austin, Texas, dezembro de 1988.
- Construction Industry Institute, *The Effects of Schedule Overtime on Labor Productivity: A Literature Review and Analysis*, SD-43, Austin, Texas, 1993.
- Construction Industry Institute, *The Effects of Schedule Overtime on Labor Productivity: A Quantitative Analysis*, SD-98, Austin, Texas, agosto de 1994.
- Hanieko, J.B. and W.C. Henry, *Impacts to Construction Productivity*, Proceedings of the American Power Conference, Vol. 53-11, 1991.
- Haverton, John, *Do You Know the Hidden Costs of Overtime?*, Qualified Contractor, 1969.
- McGlaun, R.C., *Overtime in Construction*, AACE Bulletin, Vol. 15, Nº 5, 1973.

13 de abril de 2004

- Mechanical Contractors Association of America, *How Much Does Overtime Really Cost?*, Bulletin 18A, Rockville, Md., 1968.
- Mechanical Contractors Association of America, *Change Orders, Overtime and Productivity*, Publication M3, Rockville, Md., 1968.
- National Electrical Contractors Association, *Overtime and Productivity in Electrical Construction*, Bethesda, Md., 1969.
- National Electrical Contractors Association, *Overtime and Productivity in Electrical Construction*, 2<sup>nd</sup> Edition, Washington, D.C., 1989.
- National Electrical Contractors Association, *Overtime Work Efficiency Survey*, Washington, D.C., 1962.
- O'Connor, L.V., *Overcoming the Problems of Scheduling on Large Central Station Boilers*, American Power Conference, 31:518-28, 1969.
- *Overtime – The Other Side of the Coin – and – a – Half*, Telephone Engineer and Management, 104 – 108, 1<sup>o</sup> de maio de 1980.
- *Overtime vs. Productivity*, 35 Electrical Contractor Nº 1, 1970.
- Singh, Amarjit, *Claim Evaluation for Combined Effect of Multiple Claim Factors*, Cost Engineering, Vol. 43, Nº 12, págs. 19 – 31, dezembro de 2001.
- Thomas, H. Randolph, Jr., *The Effects of Scheduled Overtime on Labor Productivity*, Journal of Construction Engineering and Management, Vol. 118, Nº 1, março de 1992.
- Thomas, H. Randolph, Jr. and Karl A. Raynar, *Effects of Schedule Overtime on Labor Productivity: A Quantitative Analysis*, Construction Industry Institute Source Document 98, Agosto de 1994.
- U.S. Army Corps of Engineers, *Modification Impact Evaluation Guide*, Department of the Army, Office of the Chief of Engineers, Washington, D.C., julho de 1979.

13 de abril de 2004

**ANEXO E: Estudos Especializados Relacionados a Características do Projeto**

- Construction Industry Institute, Engineering Productivity Measurement, CII Research Summary RS156-1, Austin, Texas, dezembro de 2001.
- Construction Industry Institute, *Engineering Productivity Measurement*, CII Research Summary RS156-11, Austin, Texas, dezembro de 2001.
- Daytner, A.D. and H. Randolph Thomas, Jr., *An Analysis of the Interaction Between the Effect of Learning and Efficiency Losses Caused by Weather*, Construction Management Research Series, Report No. 21, 1985.
- Federle, Mark O. and Stephen C. Pigneri, *Predictive Model of Cost Overruns*, L.7.1, AACEI Transactions, 1993.
- Griffith, A., *An Investigation of the Factors Influencing Buildability and Levels of Productivity for Application to Selecting Alternative Design Solutions – A Preliminary Report*, *Managing Construction Worldwide*, Vol. 2, 1987.
- Hester, Westin T. and John A. Kuprenas, *The Productivity of Insulation Installation*, 1987.
- Kahn, Faslor, *Changing Scale of the Cities*, *Consulting Engineer*, abril de 1974.
- Merrow, Edward W., *Understanding the Outcome of Mega Projects: A Quantitative Analysis of Very Large Civil Projects*, março de 1988.
- National Electrical Contractors Association, *The Effect of Multi-Story Building on Productivity*, Washington, D.C., 1975.
- Singh, Amarjit, *Claim Evaluation for Combined Effect of Multiple Claim Factors*, *Cost Engineering*, Vol. 43, nº 12, págs. 19 – 31, dezembro de 2001.
- Ward, James G. and H. Randolph Thomas, Jr., *A Validation of Learning Curve Models Available to the Construction Industry*, Construction Management Research Series, Report No. 20, agosto de 1984.
- Zeitoun, Alaa A. and Garold D. Oberlander, *Early Warning Signs of Project Changes*, Construction Industry Institute Source Document 91, Austin, Texas, abril de 1993.

13 de abril de 2004

□

**ANEXO F: Estudos Especializados Relacionados a Fatores Gerenciais**

- Borcherding, John D., Improving Productivity in Industrial Construction, *Journal of the Construction Division*, Vol. 9, Nº 17, 1976.
- Borcherding, John D. and Douglas F. Garner, *Workforce Motivation and Productivity on Large Jobs*, *Journal of the Construction Division*, 443, setembro de 1981.
- Borcherding, John D., Scott J. Sebastian and Nancy M. Samuelsen, *Improving Motivation and Productivity on Large Projects*, *Journal of the Construction Division*, 73, março de 1980.
- Borcherding, John D. and A. Laufer, *Financial Incentives to Raise Productivity*, *Journal of the Construction Division*, Vol. 107, 1981.
- Borcherding, John D. and C.H. Oglesby, *Construction Productivity and Job Satisfaction*, *Journal of the Construction Division*, Vol. 100, setembro de 1974.
- Cass, Donald J., *Labor Productivity Impact of Varying Crew Levels*, C.2.1, AACEI Transactions, 1992.
- Chitester, David D., *A Model for Analyzing Jobsite Productivity*, C.3.1, AACEI Transactions, 1992.
- Construction Industry Institute, CII RR125-11, *Determining the Impact of Information Management on Project Schedule and Cost*, Austin, Texas, junho de 1998.
- Heron, A.J., *Impact of Material and Labor Shortages on Contracting*, 11 Forum 1005, 1976.
- Logcher, Robert D. and William w. Collins, *Management Impacts on Labor Productivity*, *Journal of the Construction Division*, 447, dezembro de 1978.
- Merrow, Edward W., Kenneth E. Phillips and Christopher W. Myers, *Understanding Cost Growth and Performance Shortfalls in Pioneer Process Plants*, Rand Corporation Study, setembro de 1981.
- Myers, Christopher W., *How Management Practices Can Affect Project Outcomes: An Explanation of the PPS Data Base*, agosto de 1984.
- Myers, Christopher W. and Ralph F. Shangraw, *Understanding Process Plant Schedule Slippage and Start-Up Cost*, Rand Corporation Study, junho de 1986.
- Thomas, H. Randolph, Jr., Victor E. Sanvido and Steve R. Sanders, *Impact of Material Management on Productivity*, *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 115, Nº 3, setembro de 1989.
- Thomas, H. Randolph, Jr. and Amra A. Oloufa, *Labor Productivity, Disruptions and the Ripple Effect*, *Cost Engineering*, Vol. 37, Nº 12, dezembro de 1995.
- Thomas, H. Randolph, Jr., D.R. Riley and Victor E. Sanvido, *Loss of Labor Productivity Due to Delivery Methods and Weather*, *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 113, Nº 4, 1987.

13 de abril de 2004

**ANEXO G: Estudos Especializados Relacionados a Condições Climáticas**

- Abele, Gunars, Effect of Cold Weather on Productivity, U.S. Army Cold Region Research and Engineering Laboratory, Hanover, N.H., 1986.
- Clapp, M.A., *Effect of Adverse Weather Conditions on Productivity on Five Building Sites*, Construction Series Current Paper No. 21, Building Research Establishment, Watford, England, 1966.
- Clapp, M.A., *Weather Conditions in Productivity*, Building, Vol. 211, 171, 14 de outubro de 1966.
- Daytner, A.D. and H. Randolph Thomas, Jr., *An Analysis of the Interaction Between the Effect of Learning and Efficiency Losses Caused by Weather*, Construction Management Research Series, Report No. 21, 1985.
- Fox, W. F., *Human Performance in the Cold*, Human Factors, Vol. 9, 203-220, junho de 1967.
- Grimm, Clifford T. and Norman K. Wagner, *Weather Effects on Mason Productivity*, Journal of the Construction Division, Vol. 100, nº 3, setembro de 1974.
- Koehn, Enno and Gerald Brown, *Climatic Effects on Construction*, Journal of Construction Engineering and Management, Vol. III, nº 2, 129-137, junho de 1985.
- Kuipers, Edward J., *A Method of Forecasting the Efficiency of Construction Labor in Any Climatological Condition*, 1976.
- National Electrical Contractors Association, *The Effect of Temperature on Productivity*, Washington, D.C., 1974.
- Singh, Amarjit, *Claim Evaluation for Combined Effect of Multiple Claim Factors*, Cost Engineering, Vol. 43, nº 12, págs. 19 – 31, dezembro de 2001.
- Thomas, H. Randolph, Jr. and I. Yiakoumis, *Factor Model of Construction Productivity*, Journal of Construction Engineering and Management, Vol. 113, nº 4, 1987.
- Thomas, H. Randolph, Jr., D.R. Riley and Victor E. Sanvido, *Loss of Labor Productivity Due to Delivery Methods and Weather*, Journal of Construction Engineering and Management, Vol. 113, nº 4, 1987.
- U.S. Army Cold Region Research and Engineering Laboratory, *Impact of Climatic Conditions on Productivity*, Hanover, N.H., 1987.
- Witrock, J., *Reducing Seasonal Unemployment in the Construction Industry*, Organization for Economic Cooperation and Development, New York, 1967.

April 13 de abril de 2004

**ANEXO H: Estudos Especializados Relacionados a Guias de Estimativas**

- Aspen Richardson's Process Plant Construction Estimating Standards, Aspen Technology, New York, 2002.
- Goldman, Jeffrey, Editor, *Means Estimating Handbook*, R.S. Means Company, 1990.<sup>60</sup>
- Jackson, Patricia L. *Means Productivity Standards for Construction*, 3<sup>rd</sup> Edition, R.S. Means Company, 1994.<sup>61</sup>
- Neil, James, *Construction Cost Estimating for Project Control*, Prentice-Hall, Inc., New York, 1982.
- Page, John S., *Estimating Manhour Manual*, 2<sup>nd</sup> Edition, Gulf Publishing Company, Houston, 1978 –1999 Series.
- Peurifoy, Robert L. and Garold D. Oberlander, *Estimating Construction Costs*, 5<sup>th</sup> Edition, McGraw-Hill, New York, 2002.
- R.S. Means, *Means Building Construction Cost Data*, R.S. Means Company, 2003.
- Sarveil, E., *Construction Estimating Reference Data*, Craftsman Book Company, Chicago, 1993.
- Siddons, R. Scott and Frank R. Walker, *Walker's Building Estimator's Reference Book*, 27<sup>th</sup> Edition, 2002.
- Stewart, R. and R. Wyskida, *Cost Estimator's Reference Manual*, John Wiley & Sons, New York, 1987.

13 de abril de 2004

**NOTAS FINAIS**

- 1 Construction Industry Institute, *An Analysis of the Methods for Measuring Construction Productivity*, SD-13, Austin, Texas, 1984.
- 2 Humphreys, Kenneth K. (Ed.), *Jelen's Cost and Optimization Engineering*, Third Edition, McGraw-Hill, Inc., New York, 1991, págs. 238-240 & 426.
- 3 Kavanaugh, Thomas C., Frank Muller & James J. O'Brien, *Construction Management: A Professional Approach*, McGraw-Hill Book Company, New York, 1978, pág. 387.
- 4 Humphreys, Kenneth K. (Ed.), *Project and Cost Engineers' Handbook*, Second Edition, Marcel Dekker, Inc., New York, 1984, pág. 253.
- 5 Finke, Michael R., *Claims for Construction Productivity Losses*, 26 Pub. Contr. L.J. 311, pág. 12.
- 6 Consulte Adrian, J.J. and D.J. Adrian, "*Total Productivity and Quality Management for Construction*", Stipes Publishing, Champaign, IL, 1995. Consulte também, Thomas, H.R. Jr. and C.T. Matthews, "*An analysis of the Methods for Measuring Construction Productivity*", Construction Industry Institute, Austin, TX, 1986.
- 7 Foster, Brian, *Monitoring Job-Site Productivity*, Revay Report, Vol. 19, Nº 2, maio de 2000.
- 8 Consulte Bramble, B.B. & Callahan, M.T., "Disruption and Lost Productivity," Chapter 5, *Construction Delay Claims*, 2nd edition, Aspen Law, New York, 1992 and Cumulative Supplement, 1999. Gavin, Donald G., "Disruption Claims", Chapter 6, *Proving & Pricing Construction Claims*, Cushman, Robert F., ed., John Wiley & Sons, New York, 1990. Trauner, T.J., *Construction Delays*, R.S. Means Company, 1990.
- 9 Consulte Construction Industry Institute, *Project Control for Construction*, CII Research Summary RS6-5, Austin, Texas, setembro de 1987. Consulte também, *Project Control for Engineering*, CII Research Summary RS6-1, Austin, Texas, julho de 1986; *Measuring Productivity*, CII Research Summary RS143-1, março de 2001; *Productivity Measurement: An Introduction*, CII Research Summary RS2-3, outubro de 1990; *Determinants of Jobsite Productivity*, CII RR143-11, janeiro de 2001; *The Manual of Construction Productivity and Performance Evaluation*, SD-35, Austin, Texas, 1990.
- 10 Consulte Jones, Reginald M. and Thomas J. Driscoll, *Cumulative Impact Claims*, Federal Publications, Inc., Falls Church, VA, 2002. Consulte também Reginald M. Jones, *Claims for the Cumulative Impact of Multiple Change Orders*, 31 Pub. Contr. L.J. 1, 2001. Consulte também, Schwartzkopf, William, *Calculating Lost Labor Productivity in Construction Claims*, John Wiley & Sons, Inc., New York, 1995 e atualizações anuais.
- 11 Consulte Schwartzkopf, *Calculating Lost Labor Productivity in Construction Claims*, *ibid*, pág 47.
- 12 Nevison, John M., *Overtime Hours: The Rule of Fifty*, PMNetwork, Volume 14, Nº 9, setembro de 2000.
- 13 Consulte artigos da Mesa Redonda "Construction Users Anti-Inflation" em Cost Engineering, Vol. 15, Nº 5, págs. 141 – 143 e 151 – 158. Consulte também "Basic Cost Engineering", Wellman and Humphreys, Marcel Dekker, New York, págs. 174 – 178, 1996.
- 14 "Rate of Manpower consumption in Electrical Construction", National Electrical Contractor's Association, maio de 1983, pág. 5; Electrical Construction Peak Workforce Report, 2nd edition, agosto de 1987.
- 15 Consulte Halligan, David W. and L.A. Demsetz, *Anti-Response Model and Loss of Productivity in Construction*, Journal of Construction Engineering and Management, American Society of Civil Engineers, Washington, D.C., março de 1994.
- 16 Consulte Jones and Driscoll, *ibid*, pág. A-5.
- 17 *Luria Brothers & Company v. United States*, 369 F.2d 701 (Ct. Cl. 1966).

April 13, 2004

- <sup>18</sup> Para uma discussão mais aprofundada sobre esse tema, consulte Schwartzkopf, William and John J. McNamara, *Calculating Construction Damages*, 2nd Edition, Aspen Law & Business, New York, 2001, §1.03. Consulte também Wickwire, Jon M., Thomas J. Driscoll, Stephen B. Hurlbutt and Scott B. Hillman, *Construction Scheduling: Preparation, Liability and Claims*, 2nd Edition, Aspen Law & Business, New York, 2003, §12.04 et. seq. Consulte também Roy S. Cohen, *Survey of Court's Reactions to Claims for Loss of Productivity and Inefficiency*, Session 612, ABA Public Construction Superconference, 10 de dezembro de 1998.
- <sup>19</sup> Schwartzkopf, *ibid*, §1.03[B].
- <sup>20</sup> Consulte Schwartzkopf, *Calculating Lost Labor Productivity in Construction*, *ibid*, §1.3.
- <sup>21</sup> Consulte Schwartzkopf, *Calculating Lost Labor Productivity in Construction*, *ibid*, §2.09 [A] e §10.4.
- <sup>22</sup> Consulte P.J. Dick Corp., VABCA Nº. 6080, 27 de setembro de 2001 e Clark Concrete Contractors, Inc., GSABCA, 99-1 BCA, 30280.
- <sup>23</sup> Consulte Schwartzkopf, *Calculating Lost Labor Productivity in Construction*, *ibid*, §4.6.
- <sup>24</sup> 476 F. Supp. 729 (W.D. Pa. 1979).
- <sup>25</sup> 347 F. Supp. 17 (W.D. Mo. 1972), *revisado*, 626 F.2d 324 (8 Cir. 1980).
- <sup>26</sup> 671 F.2d 539 (D.C. Cir. 1982).
- <sup>27</sup> ASBCA No. 35818 (31 de dezembro de 1991).
- <sup>28</sup> AGBCA No. 89-148-1, 92-2 BCA (CCH) ¶124,931 (1992).
- <sup>29</sup> GSBCA No. 14340, 99-1 BCA (CCH) ¶130,280 (1999).
- <sup>30</sup> Thomas, H. Randolph, Jr. and Victor E. Sanvido, *Quantification of Losses Caused by Labor Inefficiencies: Where is the Elusive Measured Mile*, Construction Law and Business, Nº. 1, 2º Semestre de 2000.
- <sup>31</sup> O uso do termo “valor agregado” tem significados diferentes para pessoas diferentes. Neste contexto, “valor agregado simplificado” é utilizado para distinguir entre Valor Agregado conforme exigido pelo governo dos EUA em muitos de seus projetos e “valor agregado” como praticado por muitas empreiteiras da área de Engenharia, Aquisições e Construção. Consulte, por exemplo, Kenneth K. Humphreys, *Jelen's Cost and Optimization Engineering*, Third Edition, McGraw Hill, New York, 1991; James M. Neil, *Construction Cost Estimating for Project Control*, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1982; e *Skills and Knowledge of Cost Engineering*, Fifth Edition, AACE International, Morgantown, West Virginia, 2004.
- <sup>32</sup> Consulte Stumpf, George, R., editor, *AACEI Professional Practice Guide to Earned Value*, AACEI, Morgantown, WV, 1999.
- <sup>33</sup> Consulte Cass, Donald J., *Earned Value Programs for DOE Projects*, *Cost Engineering*, Vol. 42, Nº 3, fevereiro de 2000.
- <sup>34</sup> Consulte Fleming, Quentin W. and Joel M. Koppelman, *Earned Value Project Management*, Project Management Institute, Upper Darby, PA. 1996.
- <sup>35</sup> Consulte McCally, Bob M., *Demonstrated Labor Efficiency: An Effective Cost Control and Analytical Tool*, *Cost Engineering*, Vol. 41, Nº 11, págs. 33 – 37, novembro de 1999.

13 de abril de 2004

<sup>36</sup> Consulte Jones and Driscoll, *Ibid*, pág. B-24.

<sup>37</sup> American Institute of Industrial Engineers, *American National Standard Z-94.11*, Industrial Engineering Terminology 11-20 (1989).

<sup>38</sup> Consulte Fwu-Shiun Liou and John D. Borcharding, *Work Sampling Can Predict Unit Rate Productivity*, *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 112, nº 1, pág. 90 (março de 1986). Consulte também Jenkins, James L. and Daryl L. Orth, *Productivity Improvement Through Work Sampling*, *Cost Engineering*, Vol. 46, nº 3, págs. 27 – 32, (março de 2004).

<sup>39</sup>

Luh-Mann Chang and John D. Borcharding, *Evaluation of Craftsmen Questionnaires*, *Journal of Construction Engineering and Management*, Volume 111, nº. 4, pág. 426. (dezembro de 1985)

<sup>40</sup> Consulte *Hensel Phelps Construction Co.*, GSBCA N<sup>os</sup> 14,744 & 14,877, 01-1 BCA ¶ 31,249. 11 de janeiro de 2001.

<sup>41</sup> Consulte *Robert McMullan & Sons, Inc.*, ASBCA nº 19,929, 76-2 BCA (CCH) ¶12,072 (1976).

<sup>42</sup> Consulte Schwartzkopf and McNamara, *Calculating Construction Damages*, *ibid*, §2.09[B].

<sup>43</sup> Observe que esta não é uma lista com todas as possibilidades de estudos especializados. Conforme outros forem identificados, esta Prática Recomendada será modificada, periodicamente, para incluí-las. Também é preciso observar que alguns dos estudos relacionados neste documento contêm referências incompletas porque informações detalhadas não estavam disponíveis no momento da publicação desta Prática Recomendada.

<sup>44</sup> Consulte Schwartzkopf, *Calculating Lost Labor Productivity in Construction Claims*, *ibid*, §11.2 & 11.3

<sup>45</sup>

*Ibid*.

<sup>46</sup>

*Ibid*.

<sup>47</sup> Consulte Schwartzkopf and McNamara, *Calculating Construction Damages*, *ibid*, §2.09[C].

<sup>48</sup> *Ibid*

<sup>49</sup> *Ibid*

<sup>50</sup> *Ibid*

<sup>51</sup> Consulte Schwartzkopf, *Calculating Lost Labor Productivity in Construction Claims*, *ibid*, §11.2& 11.3.

<sup>52</sup> Consulte Jones and Driscoll, *Cumulative Impact Claims*, *ibid*, Pág. A-36. Consulte também *Clark Concrete Contractors, Inc. v. General Services Administration*, GSBCA N<sup>o</sup> 14340, 99-1 BCA (CCH) ¶30,280, 1999; *Appeal of the Clark Construction Group, Inc.*, VABCA n<sup>o</sup> 5674, 5 de abril de 2000; *Appeal of Fire Security Systems, Inc.*, VABCA n<sup>o</sup> 5563, 16 de Agosto de 2002.

<sup>53</sup> Convém observar que, apesar de o Batalhão de Engenharia ter reconhecido oficialmente esse Guia como um meio válido para a avaliação de pleitos por mais de vinte anos, em 14 de junho de 1996, o Batalhão revogou oficialmente o *Guia de Avaliação do Impacto de Modificação* por meio da emissão da Circular n<sup>o</sup>. 25-1-244. Naquele momento, o Batalhão de Engenharia afirmou que o guia havia sido “atualizado e incorporado a outras publicações para incluir regulamentações de nível superior, materiais para cursos de capacitação e outras orientações de comando.” Consulte Mark G. Jackson, Carl W. LaFraugh and Robert P. Majerus, *Using Industry Studies to Quantify Lost Productivity*, Construction Briefings, Federal Publications, Washington, D.C., dezembro de 2001. Consulte também, Jones, Reginald M. and Thomas J. Driscoll, *Cumulative Impact Claims*, Federal Publications Seminars, LLC., Washington, D.C., 2002, pág. A-38.

<sup>54</sup> Consulte *Appeal of Paccon, Inc.*, ASBCA n<sup>o</sup>. 7890, 1965.

April 13, 2004

55

“Total de Custos Pagos de Mão de Obra” = Custo da mão de obra na oferta-base + Custo pago da mão de obra em ordens de alteração e resoluções de pleitos prévios.

56 Consulte Schwartzkopf and McNamara, *Calculating Construction Damages*, ibid, §2.09[E]

57

Consulte Schwartzkopf and McNamara, *Calculating Construction Damages*, ibid, §1.03[C] e [D] e casos ali citados. Consulte também Jones and Driscoll, ibid, págs. A-31 a A-35 e casos ali citados. Consulte também Wickwire, Driscoll, Hurlbutt and Hillman, *Construction Scheduling: Preparation, Liability and Claims*, ibid, §12.05 e casos ali mencionados.

58 Consulte *Sauer, Inc. v. Danzig*, 224F.3d 1340, 1348

(Fed. Cir. 2000).

59 Neste contexto, o termo “recalcular” é usado para indicar alterações à atividade do cronograma previamente identificada e definida. Isso pode incluir, entre outros fatores, aumento de duração, resequenciamento, alterações a recursos planejados, etc.

60 A R.S. Means Company foi comprada pela Reed Construction Data. No momento, esses manuais de estimativas ainda estão sendo comercializados com o nome da R.S. Means, mas isso pode mudar.

61

Ibid.