

Custo horário de equipamentos para a construção de obras rodoviárias

Cláudia Baccarini Pacífico Homem

1. INTRODUÇÃO

Pretendemos, com este trabalho, contribuir com uma metodologia para cálculo do Custo Horário Produtivo e Improdutivo de Equipamentos na construção de Obras Rodoviárias. A metodologia tradicionalmente utilizada é muito antiga e precisa ser revista em função de várias mudanças, como, por exemplo, a evolução tecnológica dos equipamentos, a alteração na remuneração do capital investido em função da realidade da economia atual, o desenvolvimento de novos equipamentos e a evolução do controle de manutenção.

O custo será calculado através de diversos dados estatísticos, lançados em fórmulas, que pode sofrer variações em razão da diversidade de fatores que nele incidem, como topografia, geologia e características climáticas regionais, que são consideradas condições de trabalho.

Por isso, torna-se indispensável a apropriação dos custos reais obtidos no uso dos equipamentos, a fim de efetuar sistematicamente comparações com o método adotado, permitindo a correção das falhas, chegando, assim, mais perto do custo real.

Os níveis de remuneração da mão-de-obra para operação dos equipamentos serão determinados, utilizando-se os pisos salariais acordados nas Convenções Coletivas das classes, ajustados aos salários praticados pelas empresas que atuam no ramo.

Os valores de equipamentos

novos irão se constituir em objeto de pesquisas feitas com os fabricantes ou com revendedores, devendo ser atualizados periodicamente, em razão de sua grande variação.

Os custos de manutenção dos equipamentos, por serem bastante representativos, foram também pesquisados junto a representantes e empresas do segmento da Construção Pesada.

Devemos, então, equilibrar a produtividade do equipamento com seu custo, para conseguir um desempenho ideal, ou seja, atingir uma melhor produção com menor custo.

2. CONCEITOS FUNDAMENTAIS E METODOLOGIA DE CÁLCULO

Para cada serviço de construção deve ser definida uma equipe básica, composta por diferentes tipos de equipamentos, que trabalhem em conjunto, constituindo o que chamamos de equipe mecânica. Esta equipe terá um equipamento mestre que a comandará.

Os equipamentos, em geral, realizam operações repetitivas em um intervalo de tempo, a que chamamos de ciclo.

A quantidade de serviço realizada durante cada ciclo, em determinado período de tempo, é o principal parâmetro que definirá a produção de cada equipamento.

Definida a produção de cada equipamento, dimensionaremos o seu tempo de utilização em função do

equipamento mestre, buscando uma produção otimizada.

Esse dimensionamento definirá a UTILIZAÇÃO PRODUTIVA, que é o período de tempo dentro do ciclo de trabalho da equipe, onde cada equipamento está efetivamente produzindo, bem como a UTILIZAÇÃO IMPRODUTIVA, onde cada equipamento estará à disposição do serviço, porém, sem realizar tarefas, em um período de tempo adicional ao tempo produtivo, completando todo o ciclo considerado.

Definiremos, então, como CUSTO DE UTILIZAÇÃO DO EQUIPAMENTO, o custo de posse e utilização do mesmo por unidade de tempo, geralmente computado por hora.

Este custo divide-se em produtivo e improdutivo, sendo:

- CUSTO HORÁRIO PRODUTIVO - o custo do equipamento em serviço, ou seja, em efetiva utilização na execução de um serviço;
- CUSTO HORÁRIO IMPRODUTIVO - o custo relativo à sua utilização improdutiva.

Para o cálculo, será necessário conhecer as diferentes despesas que incidem na propriedade e operação do equipamento, que são normalmente classificadas em três grupos: Custo de Propriedade, de Operação e de Manutenção.

O CUSTO PRODUTIVO será dado pelo somatório dos custos de propriedade, manutenção e operação.

O CUSTO IMPRODUTIVO representará uma parcela do custo de propriedade adicionado aos juros, mais o Custo de Mão-de-Obra de Operação.

2.1 Custo de Propriedade

O Custo de Propriedade é definido como sendo aquele correspondente ao custo do investimento feito na aquisição do equipamento, acrescido de juros.

Mas para que esse investimento torne-se atrativo, teremos que remunerá-lo pelo menos igual a um investimento médio de mercado. Podemos, então, remunerar esse capital, criando um fundo para que, no final de sua vida útil, ou seja, quando a máquina não estiver mais em condições de produzir, o valor do fundo adicionado ao valor residual do equipamento seja suficiente para aquisição de um equipamento novo, igual àquele que estaria sendo retirado da linha de produção. Estamos propondo, assim, o método do FATOR DE FORMAÇÃO DE CAPITAL para a remuneração do capital investido na aquisição de equipamentos.

O método preconizado neste trabalho consiste em determinar uma quantia a ser arrecadada em cada período, a uma taxa de juros por período, para que no final dos períodos definidos, obtenha-se um montante desejado.

Em seguida, definiremos os parâmetros utilizados para o cálculo do custo de propriedade.

Valor de Aquisição: é o preço de venda de um equipamento novo, com impostos inclusos. Os valores a serem utilizados nos cálculos serão objeto de pesquisas feitas com os fabricantes ou com grandes revendedores.

Depreciação: o simples ato de possuir a máquina, ainda que não

seja utilizada, gera custos, também chamados de fixos, por não dependerem da atividade do equipamento, sendo provenientes da perda do seu valor com o decorrer do tempo. Existe também a perda pelo desgaste normal no uso do equipamento. Essa redução de valor, seja pela ação do tempo ou pelo desgaste físico, é chamada de Depreciação, ou seja, a parcela referente à perda de valor do equipamento, em decorrência do seu uso ou de sua obsolescência.

Vida Útil: define-se por vida útil do equipamento o período de tempo que vai de sua aquisição ou início de funcionamento, até a data de sua retirada do serviço, seja por obsolescência ou por ter atingido um custo de manutenção elevado, que não compense mais o seu uso, como ilustrado no gráfico a seguir.



De acordo com o gráfico apresentado, pode-se ver que os custos de depreciação diminuem com o passar do tempo, enquanto os de manutenção tendem a crescer progressivamente. Assim, conclui-se que num determinado momento, a soma dos dois custos passarão por um mínimo, situação que definirá o fim da vida útil do equipamento. Este seria então o ponto ideal de troca. Alguns equipamentos, portanto, podem sofrer variações deste período de tempo, em função das condições de trabalho em que operam e dos cuidados com sua manutenção, ou seja, uma boa manutenção pode aumentar a vida útil da máquina.

Horas Trabalhadas por Ano (HT/ano): é o número de horas efetivamente trabalhadas de um equipamento/ano, descontada do tempo que o equipamento fica parado para manutenção ou por outro motivo qualquer.

Valor Residual (Vr): é o valor de revenda da máquina ao fim de sua vida útil. Este valor pode variar bastante, pois será afetado pelos cuidados de manutenção preventiva, condições de uso, de operação etc., que podem aumentar ou diminuir o valor de revenda.

Juros: devem ser considerados no custo de propriedade os juros do capital investido, ou seja, a taxa mínima de retorno deverá ser superior ao ganho advindo do investimento do capital em uma aplicação financeira.

Definiremos, então, a fórmula para FATOR DE FORMAÇÃO DE CAPITAL + JUROS DO CAPITAL INVESTIDO,

Considerando :

- n = nº de períodos de capitalização de juros
- i = taxa de juros em cada período de capitalização
- F = valor Futuro, montante no final de n períodos de capitalização
- A = pagamento periódico de mesmo valor, que ocorre em cada período
- Jc = juros do capital investido
- Vo = valor de um equipamento novo
- Vr = valor residual do equipamento

2.2 Custo de Manutenção

A manutenção mecânica envolve diversos procedimentos, através dos quais se mantém o equipamento em perfeitas condições de uso. Sob este título, estão relacionados gastos referentes a reparos, incluindo peças e acessórios de reposição,

O Fator de Formação de Capital, na Matemática Financeira, é representado por:

$$\frac{i}{(1+i)^n - 1} \quad A = F \cdot \frac{i}{(1+i)^n - 1}$$

gastos de oficina e mão-de-obra necessária, regulagem, limpeza, lavagem, pneus etc.

Contudo, é bastante difícil a estimativa prévia de custos de manutenção, a não ser lançando mão de dados fornecidos por fabricantes, que mantêm sempre aferidos gastos com reparos mecânicos ao longo de sua vida útil, ou utilizando dados apropriados de empresas que mantêm cadastro de todos os equipamentos que fazem parte de seu acervo.

Outro fator importante refere-se ao fato de o reparo ser feito antes ou depois de ocorrer a falha. O reparo feito antes é chamado de manutenção preventiva e pode aumentar muito a vida útil do equipamento, diminuindo o custo de sua manutenção. Aquele feito depois de ter ocorrido o defeito é chamado de manutenção corretiva e pode sair muito caro, reduzindo muito a sua vida útil. Os indicadores de manutenção, a análise do óleo, as inspeções e as notas dos operadores, são vitais para determinar o ponto de reparo ótimo.

Aqui, preconizaremos o método adotado pela Caterpillar e aferidos pela Sotreq. Os dados de manutenção dos equipamentos são apropriados nas oficinas da Sotreq e provenientes de equipamentos de locação, com anos de fabricação diversos e que por serem equipamentos locados, trabalham em condições bem variadas. Utilizaremos também estudos feitos por empresas que atuam na área de Construção Pesada.

A soma das anuidades A com juros compostos aplicados, deverá ser igual à perda de valor da máquina + Juros do capital.

$$F = A \cdot \frac{(1+i)^n - 1}{i} = (V_o - V_r) + J_c$$

$$A = \frac{[(V_o - V_r) + J_c] \cdot i}{(1+i)^n - 1} \quad \therefore J_c = V_o (1+i)^n - V_o = V_o [(1+i)^n - 1]$$

$$A = \frac{[(V_o - V_r) + V_o [(1+i)^n - 1]] \cdot i}{(1+i)^n - 1} \quad \therefore A = (V_o - V_r) \frac{i}{(1+i)^n - 1} + V_o \cdot i$$

2.2.1. Cálculo do custo horário de manutenção

O custo para cada serviço de reparo foi apropriado em vários equipamentos e em diversas condições de uso, parametrizado em função de V_o , que é o preço de venda de um equipamento novo, montando assim uma planilha para os diversos tipos de reparos. Foram considerados também os custos com as manutenções preventivas feitas nos equipamentos com 250/500/1000/2000 horas de uso. Os custos de menores valores não foram computados isoladamente e, sim, dentro de um somatório denominado de Diversos. Incluem-se, também, na citada planilha, os custos com reposição e manutenção de esteiras e pneus.

3. CONCLUSÃO

Antes de efetuarmos a visita ao local da obra, o ideal é que já tenhamos formado uma concepção inicial de como ela deverá ser tocada.

Os custos dos equipamentos, como foi apresentado, mostram que são bastante representativos em uma obra, portanto, é muito importante o dimensionamento de uma equipe mecânica, visando ao equilíbrio de um conjunto de equipamentos, de tal forma que a harmonia desse conjunto

resulte em uma produção otimizada. Geralmente, esse equilíbrio dá-se em torno do equipamento eleito como principal ou que comandará o ritmo da patrulha, figurando os demais como seus coadjuvantes. Em vista disso, sempre será mais econômico se o equipamento escolhido para comandar a equipe for aquele de maior custo horário.

Os custos podem variar para cada empresa, em função de diferenças nos percentuais dos encargos sociais adotados, nos salários de operadores e nos cuidados com a manutenção preventiva.

Os custos de mobilização e desmobilização dos equipamentos também são elevados, devendo, portanto, ser feito um planejamento adequado dos tipos e quantidades de máquinas a serem utilizadas em cada obra.

Vistos todos esses custos de Equipamentos para Construção de Obras Rodoviárias, concluímos, então, que definir uma patrulha de equipamento otimizada, ou seja, desenvolver o melhor aproveitamento dos equipamentos, é exercer a verdadeira Engenharia.

A autora é engenheira do DER/MG