

# **A IMPORTÂNCIA DA ANÁLISE DA COMPOSIÇÃO DE CUSTO DE REFERÊNCIA NA ELABORAÇÃO DE UM ORÇAMENTO CONSIDERANDO A SELEÇÃO DO EQUIPAMENTO ADEQUADO**

Guilherme Paiva Rebouças (UFC) [guilherme@det.ufc.br](mailto:guilherme@det.ufc.br)

Ernesto Ferreira Nobre Junior (UFC) [ernestonobrejr@gmail.com](mailto:ernestonobrejr@gmail.com)

Caio Petrônios de Araújo Lopes (UFC) [caiopetronios@hotmail.com](mailto:caiopetronios@hotmail.com)

## **Resumo**

A forte incidência de equipamentos pesados em obras rodoviárias, tanto para serviços de terraplanagem quanto nos de pavimentação, é uma das principais causas da elevada demanda por recursos. Diante disso, é necessário o estudo e planejamento da obra para a obtenção do menor custo da rodovia e um melhor aproveitamento do uso dos equipamentos. É necessário considerar as particularidades da obra e verificar a compatibilidade entre a composição de custo constante no sistema referencial de custos e o serviço em que os custos estão sendo estimados, para assim realizar os ajustes necessários considerando que os equipamentos selecionados para a obra muitas vezes divergem dos utilizados na composição unitária de referência. Embora demonstrada a necessidade de análise da composição de custos, normalmente os orçamentos são elaborados sem os devidos ajustes, ocasionando erros ao orçamento o que implica em desperdícios de custo. No intuito de avaliar a importância da apreciação da composição de custo unitária na elaboração de um orçamento como forma de mostrar que a seleção de uma máquina impacta no orçamento, é realizada neste trabalho a análise dos parâmetros utilizados para o cálculo da produção e custo horário produtivo em obras rodoviárias para o equipamento motoniveladora nas referências SEINFRA e SICRO-3, utilizadas no estado do Ceará.

**Palavras-Chaves:** Seleção de Equipamentos. Elaboração de Orçamentos. Planejamento de Obras. Engenharia de Custos.

## **1. Introdução**

Uma obra rodoviária tem custos consideráveis na sua concepção e principalmente na sua execução. Uma das principais causas é a larga utilização de equipamentos pesados nestas obras devido à magnitude dos quantitativos, natureza e diversificação dos serviços realizados.

As peculiaridades inerentes à execução de uma obra transformam cada empreendimento em um objeto singular. Cada projeto apresenta características ímpares que devem ser analisadas caso a caso durante a elaboração de um orçamento, dentre elas as características do equipamento adequado a ser utilizado em um determinado serviço, tendo em vista a sua produtividade e o seu custo horário.

Na elaboração de um orçamento, o engenheiro de custos deve sempre analisar a compatibilidade entre a composição de custo constante no sistema referencial de custos e o serviço cujos custos estão sendo estimados, tendo em vista as particularidades que cada obra apresenta. Dentro dessa análise está a seleção do equipamento a ser utilizado na execução do serviço. Isso não é algo fácil, considerando a quantidade de variáveis existentes no cálculo da sua produção e custos.

Embora evidenciando a importância na análise e ajustes da composição, considerando que o equipamento selecionado diverge do utilizado na referência, ainda hoje há falhas na montagem de um orçamento, uma vez que não se conhecem as produções e custos horários das máquinas e, não são ajustadas as composições unitárias dos serviços a serem executados. Além disso, na literatura técnica e científica, a seleção de equipamentos em obras rodoviárias é pouco abordada.

No Ceará são utilizadas como referência para a elaboração de orçamentos de obras rodoviárias as tabelas de custos do SICRO-3 e SEINFRA, de propriedade do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNIT e Governo do Estado do Ceará respectivamente. Nestas tabelas, a motoniveladora é um dos equipamentos mais utilizados nas composições unitárias como insumo para os serviços em que o processo envolva a movimentação de terra, pavimentação e conservação. Admitindo a importância do equipamento, este foi escolhido como objeto de estudo nesta pesquisa.

Para a pesquisa foi necessário conhecer nos Manuais de Custos as premissas, modelos de cálculo, características e parâmetros que originaram a produção e o custo horário na composição de custos estudada. A pesquisa foi então realizada comparando os parâmetros adotados para o cálculo da produção e custos horários da motoniveladora nas tabelas SICRO-3 e SEINFRA para um mesmo serviço. O serviço adotado na análise foi o de compactação de aterros a 100% proctor normal.

Durante o estudo foi verificado o impacto dos parâmetros de cálculo no resultado obtido para a produção e custos horários quando a motoniveladora executa a atividade de mistura e

espalhamento do material durante o serviço de compactação de aterro ora analisado. O objetivo foi verificar a importância da análise e ajustes da composição de custo unitária na elaboração de um orçamento de forma a tornar o orçamento mais próximo da realidade da obra.

## **2. Revisão Bibliográfica**

### **2.1. Sistemática na elaboração de orçamentos**

Em obras públicas, leis, portarias e normativos técnicos recomendam a utilização de tabelas de referência para a elaboração de orçamentos. Estas trazem divergências que são peculiares a forma como foram concebidas.

Para o estado do Ceará, a portaria nº 170/2001 da Seinfra torna obrigatória a utilização de sua tabela de custos por todas as coordenadorias da secretaria da infraestrutura do estado do Ceará (Seinfra) e suas vinculadas.

No governo federal, as leis de diretrizes orçamentárias federal, desde a lei 10.524/2002 (LDO/2003) até a lei 12.708/2012 (LDO/2013), e o decreto federal 7.983/2013, determinam que, no caso de orçamentos de referência de obras públicas, devem ser adotadas as produtividades e consumos utilizados pelos sistemas referenciais de custos, sempre se tomando o cuidado de buscar aquele serviço que mais se assemelha às condições particulares da obra a ser orçada (BAETA, 2012).

Conforme o decreto federal 7.983/2013, para serviços e obras de infraestrutura de transportes, os custos unitários serão obtidos a partir das composições de referência do Sistema de Custos Referenciais de Obras – SICRO, cuja manutenção e divulgação caberão ao Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT.

Segundo Dnit (2017a), a utilização indiscriminada dos preços divulgados pelo Sistema de Custos Referenciais de Obras – SICRO, sem o devido tratamento que a elaboração de um orçamento para contratação de obras públicas requer, independentemente do nível de detalhamento do projeto, constitui grave erro para a correta formação dos preços das obras de infraestrutura de transportes.

Para se tomar o custo de um serviço como referência na elaboração de orçamentos, a norma técnica IE nº 02/2011 do Instituto de Engenharia estabelece que é necessário demonstrar que os serviços considerados no sistema de referência e na obra são similares, ou seja, tenham as mesmas características, especificações técnicas e condições semelhantes para a execução.

Também esclarece que os custos de referência são apenas balizadores e não têm caráter de precisão absoluta.

A Orientação Técnica OT-004/2013 do Instituto Brasileiro de Engenharia de Custos (IBEC) também ressalta que o engenheiro de custos deve analisar a compatibilidade entre a composição de custos existente no sistema de referência e a obra ou o serviço cujos custos estão sendo estimados. Caso os sistemas referenciais existentes não se apliquem à obra cujos custos estão sendo estimados, o engenheiro de custos deve elaborar composições apropriadas aos serviços da obra.

É oportuno destacar que a análise de composições de custo unitário é, em alguns casos, tarefa complexa que exige profundo conhecimento de engenharia e da técnica executiva do serviço a ser avaliado.

## **2.2. Sistemas referenciais de custos unitários diretos**

Segundo Pini (2010), as tabelas de custos padrão, como o caso do SICRO, são bases de dados que têm sua origem na simulação de modelos reduzidos e apropriações experimentais, retiradas de situações ideais de execução. Focalizam insumos de modo isolado e se referem aos custos unitários de serviços de obras.

Ainda segundo a Pini (2010), as tabelas de custos padrão não definem premissas técnicas que lhe deram origem. Constituem-se num instrumento de aplicação generalizada e, por concepção reduzida de origem, não contemplam as condicionantes de construção e não consideram as contingências de obra (execução e canteiro) (PINI, 2010).

Já conforme o Dnit (2017a) a confecção das composições de custos é baseada em premissas obtidas a partir de informações técnicas, especificações de serviços, manuais, catálogos, observações de campo e procedimentos executivos que atentem para critérios técnicos de racionalidade, de eficiência e de economicidade.

Observa-se que há controvérsias quanto ao entendimento da forma de elaboração das composições de custos e sua confiabilidade, porém, sabe-se que estas requerem ajustes no momento de sua utilização. Também é sabido não há uma uniformização e um consenso nestes sistemas de referência, que sofrem mudanças no método de concepção dos custos ainda nos dias de hoje.

Segundo a OT 004/2013 do Instituto Brasileiro de Engenharia de Custos, para que os sistemas referenciais se tornem adequados e tenham correlação forte com os custos das obras a que se

destinam, recomendam-se que alguns procedimentos sejam realizados, dentre os quais destacam-se:

- a) Atualizar e rever periodicamente as composições de custos de modo que estas possam refletir o avanço tecnológico e as variações dos procedimentos executivos e as condições de execução dos serviços, inclusive aquelas decorrentes de especificações regionais;
- b) Definir e atualizar os custos de referência dos insumos com base em pesquisas de preço regionalizadas, considerando as condições de fornecimento para a obra, tais como: escala, logística e ritmo de fornecimento;
- c) Descrever os procedimentos executivos e as técnicas construtivas adotadas nas elaborações das composições de custos;
- d) Divulgar e facilitar a consulta pública dos critérios e parâmetros adotados para o cálculo do custo dos equipamentos, materiais e mão de obra das composições de custos.

### **2.3. SICRO**

O SICRO surgiu em 1992 com o lançamento do SICRO-1, que passou a apresentar as composições de custos unitários para os setores de construção, conservação e sinalização rodoviárias, além do referencial de custo de materiais, mão de obra e equipamentos empregados em cada um desses grupos de serviços.

Com o advento do Plano Real e da conseqüente estabilização monetária, foi necessário uma revisão do Manual de Composição de Custos Rodoviários do DNIT, de forma a contemplar o novo comportamento dos construtores, fornecedores e empresários, com reflexo na formação dos custos de suas atividades, surgindo assim o SICRO-2, no ano de 2000.

Em 2003, inconsistências referentes a custo de aquisição, valor residual, vida útil e custos de depreciação dos equipamentos do SICRO-2 foram apontadas pelo Tribunal de Contas da União - TCU. Em decorrência de indícios de superestimação do custo de aquisição de máquinas e equipamentos pelo SICRO-2 e superestimação do valor de depreciação para algumas máquinas, o TCU solicitou ao DNIT a revisão dos custos de aquisição, percentuais dos valores residuais, estimativa de vida útil e custos de depreciação das máquinas e equipamentos previstos no SICRO-2.

No ano de 2017 o DNIT iniciou a implantação do novo sistema de custos SICRO-3. Dentre as mudanças, o SICRO-3 apresenta uma nova metodologia de cálculo do custo horário dos equipamentos. As principais inovações desta metodologia referem-se à revisão dos parâmetros de vida útil e valor residual dos equipamentos e, a inclusão de parcela de oportunidade do capital no custo horário produtivo e dos custos de propriedade no custo horário improdutivo dos equipamentos. O formato das composições de custos em base mista (horária/unitária) foi preservado.

#### **2.4. Tabela SEINFRA**

A Tabela de Custos Unitários de Serviços de Engenharia, elaborada pela Secretaria da Infraestrutura do Estado do Ceará (SEINFRA) e conhecida como Tabela SEINFRA, surgiu em 2001, em decorrência da necessidade de se unificar e padronizar as boas práticas de engenharia dos diversos setores do poder público.

A tabela SEINFRA contempla os custos de setores como rodovias, ferrovias, edificações, saneamento e até obras portuárias. É uma fonte de referência nacional em função da atualidade, qualidade e abrangência das informações que a compõe, oferecendo maior segurança no planejamento dos mais diversos tipos de obras.

As composições de custos presentes nesta tabela apresentam-se na forma de composição mista (horária/unitária). Não há um Manual de Custos divulgado pela SEINFRA para o usuário, impossibilitando a verificação das premissas, do modelo e dos parâmetros adotados para o cálculo da produção e custos horários.

### **3. Metodologia**

A metodologia de pesquisa utilizada para a comparação dos parâmetros adotados no cálculo da produção e custos horários da motoniveladora e dos respectivos custos horários e produção classifica-se quanto aos seus objetivos em exploratória. Segundo Gil (2002, p. 41) a pesquisa exploratória tem como um dos seus objetivos proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses. Quanto à abordagem do problema, é classificada como uma pesquisa quantitativa, pois apresenta foco no registro e análise de dados numéricos referentes ao público-alvo que está sendo estudado na pesquisa, com o intuito de entender por meio de uma amostra o comportamento de uma população.

Para o SICRO-3, a coleta das informações referentes a premissas, características, parâmetros e modelo adotado no cálculo da produção e custos de uma motoniveladora foram obtidos por meio dos Manuais de Custos de Infraestrutura de Transportes do DNIT e da Tabela do

Sistema de Custos Referenciais de Obras – SICRO-3 disponíveis gratuitamente na página do DNIT ([www.dnit.gov.br](http://www.dnit.gov.br)).

No caso da referência SEINFRA, somente a tabela de custos de referência foi obtida por meio da sua página na internet ([www.seinfra.ce.gov.br](http://www.seinfra.ce.gov.br)). As demais informações necessárias foram disponibilizadas pela SEINFRA por meio dos Manuais de Cálculo de Custos Horários e de Produção e, Fichas de Produção das Equipes Mecânicas, utilizados internamente pela Célula de Normatização e Custos de Transportes e Obras – CNTO da SEINFRA, como também foi liberado o acesso ao Sistema de Preços, Serviços de Engenharia e Orçamento – SIPROCE, de uso interno do Governo do Estado do Ceará para elaboração de orçamentos com base na tabela SEINFRA.

Para fins de comparação do equipamento motoniveladora nos sistemas SICRO-3 e SEINFRA, foram analisadas as características do equipamento, o modelo e os parâmetros utilizados para o cálculo da produção e custos horários e os respectivos resultados encontrados e que são utilizados na composição de custos do serviço de Compactação de Aterros a 100% Proctor Normal.

#### **4. Apresentação e análise de dados**

##### **4.1. Parâmetros adotados pelo SICRO-3 e SEINFRA**

De acordo com as verificações realizadas ao longo deste estudo tem-se que muitos dos parâmetros de custo horário e produção estabelecidos pelo SICRO-3 foram adotados com base em manuais de produção de fabricantes, entrevistas junto a operadores e demonstradores deste tipo de equipamento, conforme demonstrado em seus manuais. Com relação à SEINFRA não há como informar, pois não foi identificado no material de estudo disponibilizado.

A figura 1 apresenta as principais características da motoniveladora adotada pelo SICRO-3 e SEINFRA.

**Figura 1 - Motoniveladora utilizada nas referências SICRO-3 e SEINFRA**

SICRO 3		SEINFRA	
MODELO	120K (Caterpillar)	MODELO	Não Disponível
Potência (kW )	93	Potência (kW )	104,4
Potência (HP)	124,7	Potência (HP)	140
Peso (kg)	13.032	Peso (kg)	Não Disponível
Lâmina (m)	3,66	Lâmina (m)	3,66
Tipo de combustível	Diesel	Tipo de combustível	Diesel

Fonte: Elaborada pelos autores com dados extraídos do DNIT (2017 a, b, c e d),

SIPROCE e Produção de Equipes Mecânicas (SEINFRA)

Uma análise da influência dos parâmetros de cálculo de produção e custos horários na elaboração de orçamentos é mostrada a seguir.

#### **4.2. Determinação da Produção da Motoniveladora no SICRO-3 e na SEINFRA**

Para a determinação da produção de uma motoniveladora nos sistemas SICRO-3 e SEINFRA, é necessário conhecer os seguintes elementos:

*e*: espessura da camada produzida, função da especificação de cada serviço;

*m*: largura útil da passada e que depende do ângulo da lâmina utilizado para a operação;

*i*: fator de eficiência adotado;

*v*: velocidade de ida (média);

*n*: número de passadas necessárias para executar a tarefa.

A produção da motoniveladora em m<sup>3</sup>/h pode ser obtida por meio da equação 1:

$$P = \frac{60 \times e \times m \times i \times v}{n} \text{ (Eq. 1)}$$

Os parâmetros adotados pelo SICRO-3 e SEINFRA para o cálculo da produção da motoniveladora em m<sup>3</sup>/h podem ser vistos na figura 2 abaixo:

**Figura 2 - Parâmetros adotados no cálculo da Produção**

Variável	Parâmetro adotado SICRO	Parâmetro adotado SEINFRA
Velocidade	100 m/min	60 m/min
Espessura	0,20 m	0,20 m
Fator de eficiência	0,83	0,75
Largura de operação	3,66 m	3,66 m
Largura de superposição	0,20 m	1,16 m
Largura útil	3,46 m	2,50 m
Número de passadas	6	6
<b>PRODUÇÃO HORÁRIA</b>	<b>574,36 m<sup>3</sup>/h</b>	<b>225,00 m<sup>3</sup>/h</b>

Fonte: DNIT (2017c) e SIPROCE – SEINFRA (2017)

Observa-se que embora a espessura da camada produzida e o número de passadas sejam os mesmos para as referências estudadas, a motoniveladora utilizada pela referência SEINFRA trabalha com velocidade, largura útil da lâmina e fator de eficiência menores, o que implica em uma menor produção.

#### **4.3. Determinação do Custo Horário da Motoniveladora no SICRO-3 e na SEINFRA**

Na elaboração de um orçamento, para a obtenção do custo horário produtivo de uma motoniveladora, nos sistemas SICRO-3 e SEINFRA, é necessário conhecer os seguintes elementos:

*Pot*: Potência;

*HTA*: Horas trabalhadas por ano;

*VU*: Vida útil em anos;

*n*: Vida útil em horas;

*Vo*: Valor de aquisição;

*Vr*: Valor residual;

*i*: Taxa anual de juros;

*Comb*: Valor unitário do combustível;

*Fc*: Coeficiente de consumo de combustíveis e lubrificantes;

*k*: Coeficiente de proporcionalidade de manutenção;

*MObra*: Valor do salário mínimo no mês com os devidos encargos (obtido nas convenções coletivas) em horas.

Em função destes elementos são calculados os custos de propriedade (*Cprop*), operação (*Cop*) e manutenção (*Cman*) e assim determinado o custo horário produtivo, conforme apresentado na equação 2:

$$Ch = Cprop + Cop + Cman \text{ (Eq. 2)}$$

O cálculo de cada uma das parcelas do custo horário é executado pelas seguintes formulações, adotadas no modelo de cálculo utilizado pelo SICRO-3 e SEINFRA:

a) Depreciação (método linear)

$$Dr = \frac{Vo - Vr}{n} \text{ (Eq. 3)}$$

b) Juros

$$Jh = \frac{(VU + 1)}{HTA} \times i \times (Vo) \text{ (Eq. 4)}$$

c) Manutenção

$$M = \frac{Vo \times k}{n} \text{ (Eq. 5)}$$

d) Materiais de Operação

$$Cc = Pot \times Fc \times Comb \text{ (Eq.6)}$$

e) Mão de Obra

$$MObra = \frac{\text{SalárioMínimo} \times \left(1 + \frac{\text{Leis Sociais}}{100}\right)}{220 \text{ horas}} \text{ (Eq. 7)}$$

Os parâmetros adotados pelo SICRO-3 e SEINFRA para o cálculo do custo horário produtivo de uma motoniveladora em R\$/h podem ser vistos na figura 3 abaixo:

**Figura 3 - Parâmetros adotados no cálculo do Custo Horário Produtivo**

Variável	Parâmetro adotado SICRO	Parâmetro adotado SEINFRA
Vida útil (Vu)	7 anos	9 anos
HTA	2000h/ano	1750h/ano
Valor residual (Vr)	30%	20%
Tx de juros - remuneração de capital (i)	6% a.a.	12% a.a.
Coeficiente de combustível e lubrificantes (Fc)	0,18 l/kWh	0,15 l/HPH
Coeficiente de manutenção(k)	0,90	1,0

Fonte: DNIT (2017c) e SIPROCE – SEINFRA (2017)

Os valores de aquisição ( $V_o$ ) e o valor unitário do combustível são obtidos a partir de uma consulta de mercado. No caso do SICRO-3, o valor de aquisição adotado para a Motoniveladora Catpillar 120K no Ceará em Julho/2017 (última referência adotada pelo SICRO-3 a época da pesquisa) é de R\$ 766.269,4422, enquanto o valor de aquisição adotado para a Motoniveladora da SEINFRA (modelo não identificado/Potência de 140HP) é de R\$ 699.845,00, vigente na tabela de referência nº 24 desde Março/2016.

O valor do combustível também é obtido pela cotação de mercado, sendo R\$ 2,5968 no SICRO-3 (Referência Julho/2017) e R\$ 3,20 na SEINFRA (Referência Março/2016).

Para o custo de mão de obra, o salário mínimo foi obtido no SICRO-3 e SEINFRA por meio de meio das convenções coletivas e os encargos considerados diferenciam-se entre as referências conforme disposto na figura 4:

**Figura 4 - Custo Horário da Mão de Obra**

Mão de Obra		Un.	Salário (R\$)	Encargos Totais (%)	Custos (R\$)
<b>SICRO</b>	Operador de Equipamento Pesado	h	10,3412	155,7385	26,4464
<b>SEINFRA</b>	Operador de Motoniveladora	h	12,00	116,3333	25,96

Fonte: SICRO-3 (Jul/17 – CE) e Tabela de Insumos 24 – SEINFRA

Considerando os elementos dispostos nas figuras 3 e 4, o custo de aquisição (Vo), o custo de combustível (Comb) e as formulações dispostas nas equações 3, 4, 5, 6 e 7, pode-se determinar o custo unitário produtivo, conforme apresentado na Figura 5.

**Figura 5 - Cálculo do Custo Unitário**

Parcela do Custo	SICRO	SEINFRA
Depreciação (R\$/h)	38,3135	35,5477
Juros (R\$/h)	13,1360	26,6607
Manutenção (R\$/h)	49,2602	44,4346
Materiais de Operação (R\$/h)	43,4704	67,20
Mão de Obra de Operação (R\$/h)	26,4464	25,96
<b>CUSTO HORÁRIO PRODUTIVO (R\$/h)</b>	<b>170,6265</b>	<b>199,803</b>

Fonte: DNIT (2017c) e SIPROCE – SEINFRA (2017)

Observa-se que embora o modelo utilizado para o cálculo do custo horário produtivo considere as mesmas parcelas, os parâmetros utilizados para as variáveis, fatores de cálculo, unidades de medida e percentuais de encargos utilizados diferenciam os valores determinados para cada parcela, demonstrando assim a importância da análise da composição de custo no

momento da elaboração do orçamento, considerando que o equipamento selecionado não é o mesmo utilizado pela referência, o que pode evitar desperdícios de custos.

Conforme demonstrado na figura 5, o modelo e os parâmetros utilizados pela SEINFRA tornaram o valor do custo horário superior ao do SICRO-3. Dessa forma, o estudo mostra a necessidade de conferir as condições de uma obra para assim selecionar o equipamento mais adequado e possibilitar a elaboração de um orçamento mais real, tendo em vista que as composições de custos de referência não retratam a realidade e que há divergências entre as tabelas de referência SICRO-3 e SEINFRA.

## **5. Conclusão**

Com o estudo realizado através da comparação entre as referências SEINFRA e SICRO-3 no uso da motoniveladora para um mesmo serviço, foi demonstrada a importância da análise e ajustes na composição de custo no momento da elaboração do orçamento, tendo em vista que grande parte das vezes o equipamento selecionado para o serviço difere do utilizado pela referência, apresentando características e parâmetros que modificam o cálculo da produção e do custo horário.

Foi possível observar também que as inconsistências em um orçamento passam a existir a partir do momento que são estabelecidas as premissas na adoção dos parâmetros de cálculo para obtenção das produções e custos horários dos equipamentos, adotando como verdadeira uma composição de serviço e não atualizando como necessário.

Dessa forma, o estudo demonstrou aos engenheiros de custos a necessidade de conferir as particularidades de uma obra e dos serviços a serem realizados, como forma de compatibilizar com as composições de referência e assim poder realizar as correções necessárias de forma a retratar a realidade da obra.

Ressalta-se que, embora o trabalho tenha contemplado apenas a análise da motoniveladora, não foi observado a condição em que este equipamento trabalha juntamente aos demais equipamentos da patrulha. Nesse sentido, para a análise do custo unitário do serviço de compactação, deve ser verificado todo o conjunto dos equipamentos visto que existem horas produtivas e improdutivas para cada equipamento.

## REFERÊNCIAS

- ABRAM, I. e ROCHA, A. V. **Manual Prático de Terraplenagem**, Ed. ARNEOR, Salvador, BA, 2000;
- ABRAM, I. **Planejamento de Obras Rodoviárias**. Ed. ARNEOR, Salvador, BA, 2001;
- ALTOUNIAN, C. S. **Obras públicas: licitação, contratação, fiscalização e utilização**. Ed. Fórum, Belo Horizonte, 2008;
- BAETA, A. P. **Orçamento e controle de preços de obras públicas**. Ed. PINI, São Paulo, SP, 2012;
- BARCIA, R. M. **Um modelo de simulação para a análise de produtividade de equipamentos rodoviários**. Dissertação (Mestrado). Florianópolis, SC, 1980.
- BARBOSA, V. H. B. **Desenvolvimento de um sistema de apoio à decisão para seleção de equipamentos em obras de construção rodoviária**. Dissertação (Mestrado). PETRAN. Universidade Federal do Ceará, 2012;
- CALHAU, F. E. C. **Apoio à Decisão na Seleção de Equipamentos de Escavação**. Dissertação (Mestrado). Instituto Superior Técnico de Lisboa, 2013;
- CEARÁ. SEINFRA: **Tabela de Custos**. 2017. Disponível em: <<https://www.seinfra.ce.gov.br/index.php/tabela-de-custos-unificada> >. Acesso em: 15 Nov. 2017;
- DNIT. **Manual de Custos de Infra-estrutura de Transportes**. Volume 1: Metodologia e Conceitos. 1ª ed. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria Executiva, Coordenação Geral de Custos de Infraestrutura de Transportes. Brasília, Brasil, 2017a;
- DNIT. **Manual de Custos de Infra-estrutura de Transportes**. Volume 11; Tomo 33: Composições de Custos. 1ª ed. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria Executiva, Coordenação Geral de Custos de Infraestrutura de Transportes. Brasília, Brasil, 2017b;
- DNIT. **Manual de Custos de Infra-estrutura de Transportes**. Volume 12; Tomo 5: Produções de equipes mecânicas. 1ª ed. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria Executiva, Coordenação Geral de Custos de Infraestrutura de Transportes. Brasília, Brasil, 2017c;
- DNIT. **Manual de Custos de Infra-estrutura de Transportes**. Volume 3: Equipamentos. 1ª ed. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria Executiva, Coordenação Geral de Custos de Infraestrutura de Transportes. Brasília, Brasil, 2017d;
- GRANBERG, D.D.; POPESCU, C.M.; RYAN, R.C., **Construction Equipment Management for Engineers, Estimators, and Owners**. Taylor and Francis Group, New York, NY, USA, 2006.
- IBEC (2013). **Elaboração de Estimativas de Custos de Referências de Obras Públicas: Versão para Órgãos Contratantes**. Orientação Técnica OT 004/2013.

INTITUTO DE ENGENHARIA. (2011) **Elaboração de orçamento de obras de construção civil**. Norma Técnica I.E. 01/2011. São Paulo, SP, Brasil;

JAWORSKI, T. **Equipamentos para escavação – compactação e transporte (Apostila)**. Curitiba, Brasil, 1997;

M & T. **Não existe “receita de bolo”** Revista Manutenção e Tecnologia. Ed. 139. Outubro, 2010. Disponível em <[http://www.revistamt.com.br/index.php?option=com\\_contenido&task=viewMateria&id=483](http://www.revistamt.com.br/index.php?option=com_contenido&task=viewMateria&id=483)> Acesso em: 23 mar. 2015;

MATTOS, A. D. **Como preparar orçamentos de obras**. Ed. PINI, São Paulo, SP, 2006;

PEDROZO, L. G. **Custos da Infraestrutura Rodoviária – Análise e Sistematização**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001;

PRATA, B. A.; NOBRE JUNIOR, E. F. e BARROSO, G. C. **Dimensionamento de equipes mecânicas em obras de terraplenagem usando redes de Petri coloridas**. XXXIX Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, Fortaleza, Ceará, 2007;

PEURIFOY, R.; SCHEXNAYDER, C. J.; SHAPIRA, A.; SCHMITT, R. **Construction Planning, Equipment and Methods**. Ed. McGraw-Hill Book Co., New York, NY, USA, 2010.

PINI. **Tabelas de Custos Ajustadas**. Revista Construção e Mercado. Ed. 106. Maio 2010. Disponível em <<http://construcaomercado17.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/106/-a-engenharia-e-fonte-de-adequacao-dos-modelos-de-282387-1.aspx>> Acesso em: 08 jan. 2018;

SOARES, M. E. S. e NOBRE JUNIOR, E. F. **Análise do modelo matemático utilizado para o cálculo de produtividade de motoniveladoras e variáveis adotadas pelo método de custos rodoviário brasileiro em comparativo com a literatura e as tecnologias atuais**. XXVIII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, ANPET, Curitiba, Paraná, 2014;

SOARES, M. E. S. **Desenvolvimento de Um Sistema de Apoio à Decisão na Seleção de Motoniveladoras para a Execução de Obras de Terraplenagem e de Pavimentação**, Dissertação (Mestrado). PETRAN. Universidade Federal do Ceará, 2015;

SOTOMAYOR, W. R. R. **Sobre a Estimativa de Produção de Equipamentos de Construção de Pavimentos Rodoviários**. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2008.