

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

Ernesto Ferreira Nobre Junior (UFC) ernestonobrejr@gmail.com

Caio Petrônios de Araújo Lopes (UFC) 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 consequente 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).

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). 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 m³/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 m³/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
PRODUÇÃO HORÁRIA	574,36 m³/h	225,00 m³/h

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\$)
SICRO	Operador de Equipamento Pesado	h	10,3412	155,7385	26,4464
SEINFRA	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
CUSTO HORÁRIO PRODUTIVO (R\$/h)	170,6265	199,803

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_content&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.