



AGÊNCIA NACIONAL DE
TRANSPORTES TERRESTRES

**MANUAL DE CUSTOS REFERENCIAIS
FERROVIÁRIOS**

VOLUME 1

METODOLOGIA E CONCEITOS

2019

MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA
Exmo. Sr. Tarcísio Gomes de Freitas

DIRETOR GERAL DA ANTT
Sr. Mario Rodrigues Junior

**SUPERINTENDENTE DE INFRAESTRUTURA E SERVIÇOS DE TRANSPORTE
FERROVIÁRIO DE CARGAS**
Sr. Alexandre Porto Mendes de Souza

GERENTE DE PROJETOS FERROVIÁRIOS
Sr. Jean Mafra dos Reis

MANUAL DE CUSTOS REFERENCIAIS FERROVIÁRIOS

VOLUME 1

METODOLOGIA E CONCEITOS

MANUAL DE CUSTOS REFERENCIAIS FERROVIÁRIOS

A. VERSÃO ATUAL

EQUIPE TÉCNICA:

Revisão e Atualização: Fundação Getulio Vargas (Contrato nº 086/2014)

Revisão e Atualização: Fundação Getulio Vargas (Contrato nº 029/2018)

SUPERVISÃO DA ANTT (Gerência de Projetos Ferroviários):

Especialista em Regulação: Jean Mafra dos Reis

Especialista em Regulação: Kauê Lunard Kawashita

Especialista em Regulação: Rafaela Gomes de Souza e Silva

B. PRIMEIRA EDIÇÃO

EQUIPE TÉCNICA:

Elaboração: Departamento de Engenharia e Construção – DEC (Termo de Cooperação Técnica nº 011/ANTT/2009)

SUPERVISÃO DA ANTT:

Especialista em Regulação Jean Mafra dos Reis

Especialista em Regulação Alexandre Porto Mendes de Souza

Especialista em Regulação Andre Luis Oliveira de Melo

Especialista em Regulação Silvio Vinhal da Silva

Brasil, Agência Nacional de Transportes Terrestres.
Manual de Custos Referenciais Ferroviários. 1ª Edição - Brasília, 2019.

1 v. em 67 p.

V. 1: Metodologia e Conceitos

**MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA
AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES**

**MANUAL DE CUSTOS
REFERENCIAIS FERROVIÁRIOS**
VOLUME 1
METODOLOGIA E CONCEITOS

1^a Edição – Versão 1.0

BRASÍLIA
2019

**MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA
AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES**

Setor de Clubes Esportivos Sul – SCES, trecho 03, lote 10, Projeto Orla Polo 8 – Bloco A – 1º Andar
Brasília – DF
CEP: 70200-003
Tel.: (061) 3410-1000
Site: www.antt.gov.br
E-mail: ouvidoria@antt.gov.br

TÍTULO: MANUAL DE CUSTOS REFERENCIAIS FERROVIÁRIOS

Primeira edição: MANUAL DE CUSTOS REFERENCIAIS FERROVIÁRIOS, 2019

VOLUME 1 – Metodologia e Conceitos

Revisão:

Fundação Getúlio Vargas - FGV
Contratos 086/2014-00 e 029/2018 (ANTT)

Impresso no Brasil / Printed in Brazil

Direitos autorais exclusivos da ANTT, sendo permitida reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte (ANTT), mantido o texto original e não acrescentado nenhum tipo de propaganda comercial.

APRESENTAÇÃO

O Manual de Custos Referenciais Ferroviários cumpre o estabelecido nos Contratos nº 086/2014 e 029/2018, celebrados entre a Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT) e a Fundação Getulio Vargas.

Este manual, em sua versão integral, é apresentado em 9 volumes e 8 tomos com os seguintes títulos:

Volume 1 – Metodologia e Conceitos

Volume 2 – Pesquisa de Preços

Volume 3 – Equipamentos

Volume 4 – Mão de obra

Volume 5 – Materiais

Volume 6 – Composições de Custos Unitários Referenciais de Instalação de Obra e de Superestrutura Ferroviária

- Tomo 01 – Instalação de Obra
- Tomo 02 – Superestrutura

Volume 7 – Composições de Custos Unitários Referenciais de Transporte

Volume 8 – Composições de Custos Unitários de Referência de Sinalização, Energização e Telecomunicação

- Tomo 01 – Sinalização
- Tomo 02 – Telecomunicação
- Tomo 03 – Energização

Volume 9 – Estudos Especiais

- Tomo 01 – Canteiro de Obras Ferroviárias
- Tomo 02 – Desenvolvimento de estudos voltados à definição de custos para complementação e inserção de projetos de engenharia e de execução de outros serviços de engenharia consultiva
- Tomo 03 – Fator de interferência de tráfego ferroviário.

RESUMO

O Manual de Custos Referenciais Ferroviários do SICFER apresenta metodologias, conceitos, critérios e parâmetros utilizados no desenvolvimento do projeto, cuja finalidade é a elaboração de composições de custos referenciais para subsidiar os orçamentos de projetos ferroviários.

ABSTRACT

The SICFER's Transport Infrastructure Costs Manual presents the methodologies, concepts, criteria and parameters used in the development of the project, whose purpose is the elaboration of reference cost compositions for railway project budgets.

LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Massas específicas referenciais dos materiais (solos e agregados)	35
Tabela 02: Massas específicas compactadas	35
Tabela 03: Condições de Trabalho (Escavação e Carga)	47
Tabela 04: Condições de Trabalho (Transporte)	48
Tabela 05: Fatores de Carga dos equipamentos	51
Tabela 06: Estimativa de consumo de combustíveis de equipamentos a óleo diesel	52
Tabela 07: Coeficientes de consumo de combustíveis, lubrificantes, filtros e graxas	52
Tabela 08: Equipamentos sem exigência de mão de obra	55
Tabela 09: Custo horário de utilização de equipamento.....	56

LISTA DE QUADROS

Quadro 01: Categorias de mão de obra de operação	53
Quadro 02: Equipamentos de pequeno porte – Classificação SICFER.....	55

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	14
2.	CONCEITOS.....	16
2.1.	Preço de Referência.....	16
2.2.	Preço de Venda.....	16
2.3.	Custo e Despesa.....	16
2.4.	Insumos	16
2.4.1.	Mão de Obra.....	17
2.4.2.	Equipamentos	17
2.4.3.	Materiais	17
2.4.4.	Custos dos Insumos	17
2.4.5.	Serviços terceirizados.....	17
2.5.	Custos de Mobilização e Desmobilização.....	18
2.6.	Custos de Instalação e Manutenção de Canteiros e Acampamentos	18
2.7.	Custo Unitário do Serviço	19
2.8.	Custo Unitário de Referência	19
2.9.	Custo Total de Referência do Serviço	19
2.10.	Composição de Custos	19
2.10.1.	Composição Horária.....	19
2.10.2.	Composição Unitária.....	20
2.10.3.	Composição Mista Horária / Unitária	20
3.	DEFINIÇÕES METODOLÓGICAS	22
3.1.	Custo Direto, Custo Indireto e Custo Total	22
3.1.1	Custo Direto	22
3.1.2	Custo Indireto	22
3.1.3	Custo Total	22
3.2.	Metodologia para definição dos Custos da Mão de Obra	22
3.3.	Metodologia para definição dos Custos de Administração Local	23
4.	COMPOSIÇÕES DE CUSTO.....	29
4.1.	Classificação das Composições de Custos	30
4.2.	Montagem das Composições de Custos	30
4.2.1	Ciclo dos Equipamentos.....	30

4.2.2	Produção das Equipes Mecânicas.....	31
4.2.3	Tempo Produtivo e Tempo Improdutivo.....	32
4.2.4	Fatores de Correção.....	33
4.3.	Critérios de Arredondamento	36
4.4.	Estrutura das Composições de Custos	37
4.5.	Orientações para Criação de Composições de Custos.....	38
4.5.1	Composições Unitárias.....	38
4.5.2	Composições Mistas Horárias/Unitárias	38
5.	MÃO DE OBRA	41
6.	EQUIPAMENTOS	43
6.1.	Custo Horário dos Equipamentos e Veículos.....	43
6.1.1	Custo Horário Produtivo	43
6.1.2	Custo Horário Improdutivo	44
6.2.	Custo Horário dos Equipamentos Compostos.....	44
6.3.	Custo de Propriedade.....	45
6.3.1	Depreciação	45
6.3.2	Custos de Oportunidade de Capital	48
6.3.3	Seguros e Impostos.....	49
6.4.	Custos de Manutenção.....	50
6.5.	Custos de Operação	51
6.5.1	Combustível, Lubrificantes, Filtros e Graxas.....	51
6.5.2	Mão de Obra de Operação	53
7.	MATERIAIS	58
7.1.	Compatibilização de Preços Pesquisados.....	58
7.2.	Preços Locais.....	58
7.3.	Preços Regionais	58
7.4.	Escolha do Líder.....	59
8.	TRANSPORTES	61
8.1.	Metodologia.....	61
8.2.	Transporte de Insumos	61
8.2.1	Caminhões Basculantes.....	62
8.2.2	Caminhão Carroceria com Guindauto	62

8.2.3	Vagões Ferroviários	62
9.	ESTUDOS ESPECIAIS	64
9.1.	Canteiro de Obras Ferroviárias.....	64
9.2.	Desenvolvimento de Estudos voltados à definição de custos para complementação e inserção de projetos de engenharia e de execução de outros serviços de Engenharia Consultiva.....	65
9.3.	Fator de Interferência de Tráfego Ferroviário	65
10.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	67

1. INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

O Sistema de Custos Referenciais Ferroviários – SICFER foi elaborado com base no Sistema de Custos Referenciais de Obras – SICRO, incorporando novas composições de custos, relativas a instalação de obra, superestrutura ferroviária, energização, sinalização e telecomunicação, bem como complementariedade no que se refere às composições de custos de infraestrutura ferroviária, inclusive canteiro de obras.

O SICFER tem por objetivo servir como referência na elaboração de orçamentos de serviços e obras ferroviárias.

Em atendimento ao Princípio da Economicidade, conforme ofícios nº 354/2013/GPFER/SUFER, de 09/07/2013, nº 817/2013/GPFER/SUFER, de 18/11/2013, e nº 025/2014/GPFER/SUFER, datado de 17/01/2014, expedidos pela Agência Nacional de Transportes Terrestres, foi incorporado a este sistema o compartilhamento da estrutura de produção e dos resultados do Contrato nº 327/2012 DNIT, firmado entre a Fundação Getúlio Vargas - FGV e a Coordenação Geral de Custos de Infraestrutura de Transportes do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – CGCIT/DNIT.

2. CONCEITOS

2. CONCEITOS

2.1. Preço de Referência

Preço de referência é uma estatística obtida por meio de pesquisa e coleta de informações no mercado. Com o painel de informações, aplicam-se metodologias de crítica e cálculo gerando um resultado final. Por ser produto de uma pesquisa, não possui as características principais do preço transacional, tais como carga de negociação e informações reais para a efetivação de compra. O preço de referência tem como principal objetivo servir de parâmetro à tomada de decisões. A periodicidade de divulgação dos resultados finais de preços do SICFER é trimestral.

2.2. Preço de Venda

Preço de venda é aquele estabelecido com base nos custos, ao qual o executor acrescenta as despesas indiretas e as margens beneficiárias que pretende obter. Entende-se também que o preço de venda é aquele que remunera a transferência de domínio do bem. No caso de orçamentos de obras, consiste no valor total da obra acabada, caracterizado pelo custo total dos serviços acrescido das respectivas parcelas de Benefícios e Despesas Indiretas - BDI.

2.3. Custo e Despesa

Custo é todo dispêndio envolvido diretamente na produção, ou seja, com todos os insumos da obra, toda a infraestrutura necessária para a produção, tais como canteiros, administração local, mobilização e desmobilização.

Despesa é todo dispêndio necessário para a obtenção do produto, englobando os gastos com a administração central, financeiros, lucro e com o pagamento de tributos, todos incorporados ao BDI.

2.4. Insumos

Os insumos compreendem a mão de obra, os equipamentos e os materiais necessários à execução de um determinado serviço. Os insumos e os seus respectivos consumos são apresentados nas composições de custos de cada serviço, integrando o banco de dados de um sistema de custos.

2.4.1. Mão de Obra

A mão de obra consiste no conjunto de trabalhadores envolvidos na execução de determinado serviço. O custo desse insumo é obtido por meio do salário de cada trabalhador envolvido na atividade acrescido dos encargos sociais, adicionais e complementares, inerentes a cada categoria profissional, expresso de forma horária ou mensal.

2.4.2. Equipamentos

Os equipamentos consistem no conjunto de máquinas, instrumentos ou aparelhos necessários à produção de determinado bem ou à execução de determinado serviço. O custo horário total de um equipamento é definido por meio de seus custos horários parciais de propriedade, de manutenção e de operação.

2.4.3. Materiais

Os materiais correspondem à matéria prima empregada na confecção de determinado bem ou na execução de determinado serviço. Os materiais podem ser comercializados a granel, individualizados por meio de embalagens ou produzidos no local da obra, devendo atender às especificações particulares concernentes às propriedades de toda ordem técnica e construtiva. Os preços devem se referir ao pagamento à vista e contemplar toda a carga tributária que sobre eles incidem.

2.4.4. Custos dos Insumos

Os custos dos materiais, equipamentos e mão de obra são obtidos por meio de pesquisas de preços de mercado realizadas pelo IBRE/FGV em todas as unidades da federação, aproveitadas pelo SICFER em onze (11) delas, que são contempladas por ferrovias e apresentam metodologia detalhada em volume específico deste Manual de Custos.

2.4.5. Serviços terceirizados

Os custos de serviços terceirizados são aqueles referentes a serviços de especialização ou sob tutela de patentes, caracterizados pela execução completa do serviço e composto em uma

única unidade de medida de serviço, sem detalhamento dos insumos e despesas envolvidos em sua execução.

2.5. Custos de Mobilização e Desmobilização

Os custos de mobilização são aqueles associados ao transporte, desde sua origem até o local onde se implantará o canteiro de obras, dos recursos humanos não disponíveis no local da obra, bem como todos os equipamentos móveis e fixos (instalações industriais) indispensáveis às operações que serão realizadas na obra.

Os custos de desmobilização são aqueles associados ao indispensável transporte das instalações provisórias, dos equipamentos e dos recursos humanos ao local de origem definido, ou para outras obras em andamento, após a conclusão dos serviços.

A desmobilização contempla também a remoção e transporte de materiais não utilizados (entulhos), assim como os equipamentos deteriorados e de recuperação onerosa (sucatas), os quais deverão ser destinados a locais adequados ao seu descarte.

2.6. Custos de Instalação e Manutenção de Canteiros e Acampamentos

Os custos de instalação e manutenção de canteiros e acampamentos são aqueles associados à construção de todas as estruturas do canteiro de obras, tais como: Instalações administrativas (escritórios, ambulatório, guaritas, estacionamento), instalações industriais (usina de solos, central de britagem, central de concreto), instalações de apoio (oficina mecânica, posto de abastecimento, almoxarifado, laboratórios), dos acampamentos (alojamentos, refeitórios, vestiários), das frentes de serviço (containers, banheiros químicos), de suas respectivas fundações e redes complementares (de água, de esgoto, de energia e de dados).

Os custos referentes aos serviços preliminares, tais como, limpeza, regularização e cercamento do terreno, arruamentos internos e a terraplanagem para preparação das áreas de estocagem, constituem parcelas do item de instalação de canteiros de obras.

Os custos relacionados à manutenção dos canteiros de obras e acampamentos encontram-se detalhados no volume 9, referente a Estudos Especiais.

2.7. Custo Unitário do Serviço

O custo unitário de um serviço é o somatório dos custos de todos os insumos necessários à execução de uma unidade deste, sendo obtido por meio de uma composição de custo unitário-horária que detalha os insumos (mão de obra, materiais e equipamentos), bem como todas as atividades auxiliares necessárias à sua execução.

2.8. Custo Unitário de Referência

O custo unitário de referência é o valor obtido a partir de uma composição de custo do sistema, definida em função de parâmetros locais de preços. Este custo deve incluir momentos de transporte, ajustes ao BDI, quando couber, e outras particularidades definidas neste Manual de Custos.

A definição dos custos de referência de um projeto deve ser realizada a partir de pesquisa de preços locais, na área de influência do mesmo para todos os materiais classificados na faixa A da Curva ABC, representando 80,0% do valor global dos materiais, incluídos os custos referentes à aquisição e transporte de materiais.

2.9. Custo Total de Referência do Serviço

O custo total de referência do serviço é o somatório dos valores resultantes da multiplicação dos quantitativos de cada item que compõe o serviço no orçamento por seu custo unitário de referência.

2.10. Composição de Custos

A composição de custos é uma ferramenta que permite definir qualitativa e quantitativamente os insumos necessários à realização de um serviço. As quantidades e os consumos dos insumos (mão de obra, equipamentos, materiais, atividades auxiliares e transportes), ponderados por seus custos unitários, são acrescidos da parcela de bonificação e despesas indiretas, resultando no preço final do serviço.

2.10.1. Composição Horária

A composição horária consiste no detalhamento do custo horário do serviço que expressa quantidades, produção da equipe, custos de mão de obra e utilizações produtivas e

improdutivas dos equipamentos, necessários à execução do serviço em determinada unidade de tempo, normalmente em uma hora.

A composição de custo horária constitui a forma mais adequada para modelar serviços cíclicos que envolvam a utilização coordenada de patrulhas com diferentes equipamentos, sendo, por esta razão, a forma mais comum e recomendada para elaboração de orçamentos de obras de infraestrutura de transportes.

2.10.2. Composição Unitária

A composição unitária consiste no detalhamento do custo unitário do serviço que expressa quantidades, custos unitários da mão de obra, dos materiais e dos equipamentos necessários à execução de uma unidade de serviço. Em síntese, é a relação de insumos e seus respectivos custos e consumos necessários à produção de uma determinada unidade de serviço.

A composição analítica de custo unitário é representada em uma planilha contendo todos os insumos que compõem o serviço, com suas respectivas quantidades, necessárias para o cálculo do custo unitário do serviço.

2.10.3. Composição Mista Horária / Unitária

É um procedimento misto, onde parte da composição de custo é definida no formato horário e o restante em formato unitário.

No caso específico do SICFER, as parcelas referentes aos equipamentos e mão de obra são definidas no formato horário e as parcelas referentes aos materiais, serviços auxiliares e transportes são definidas no formato unitário.

3. DEFINIÇÕES METODOLÓGICAS

3. DEFINIÇÕES METODOLÓGICAS

Para que os conceitos incorporados sejam utilizados de forma clara e precisa são necessárias suas definições. São elas:

3.1. Custo Direto, Custo Indireto e Custo Total

3.1.1 Custo Direto

Custo direto de uma obra é o resultado da soma de todos os custos dos serviços necessários à sua execução. É obtido pelo produto das quantidades de insumos (equipamentos, mão de obra, materiais, atividades auxiliares e transportes) empregados nos serviços pelos seus respectivos custos.

3.1.2 Custo Indireto

Custo indireto de uma obra é o custo de toda infraestrutura necessária para a sua execução e corresponde à soma dos custos auxiliares de apoio, tais como instalação e manutenção de canteiros de obras, alojamentos, instalações industriais, administração local, mobilização e desmobilização de equipamentos e pessoas.

Embora não possam ser caracterizados como custos diretos, uma vez que não ocorrem especificamente em função da execução de determinado serviço, as atividades acima citadas terão tratamento analítico e deverão compor a planilha como itens de serviços independentes e com critério objetivo na medição.

Os custos referentes à alimentação, transporte, ferramentas e equipamentos de proteção foram definidos de forma analítica por categoria profissional e unidade da federação e incluídos nos encargos complementares.

3.1.3 Custo Total

A soma dos custos diretos e indiretos da obra representa o custo total da obra.

3.2. Metodologia para definição dos Custos da Mão de Obra

A metodologia para definição dos custos de referência da mão de obra consiste na análise e no tratamento da base do Cadastro Geral de Empregados e Desempregados da Secretaria de Trabalho do Ministério da Economia. Tal critério permitiu ampliar de forma significativa o

número de categorias profissionais necessárias, face ao incremento de composições de custos do SICFER e à obtenção de valores referenciais médios mais aderentes à realidade de mercado.

A referida metodologia permite a apresentação trimestral de todos os custos associados à mão de obra, divididos em salários, encargos sociais (Grupos A, B, C e D), encargos complementares (alimentação, transporte, ferramentas, equipamentos de proteção individual - EPI e exames médicos ocupacionais) e encargos adicionais, de forma individualizada, por categoria profissional e unidade da federação, tal metodologia está detalhada no Volume 4 deste manual.

3.3. Metodologia para definição dos Custos de Administração Local

A administração local compreende o conjunto de gastos com pessoal, materiais e equipamentos incorridos pelo executor no local do empreendimento e indispensáveis ao apoio e à condução da obra. É exercida normalmente por pessoal técnico e administrativo, tais como: engenheiro supervisor, engenheiros setoriais, gestores administrativos, equipes de medicina e segurança no trabalho, etc.

Além da gerência técnica e administrativa da obra, inclui-se na administração local as equipes responsáveis pelo controle de produção das frentes de serviços, pelo controle tecnológico da obra e pelos serviços gerais de apoio.

Para o desenvolvimento destas atividades de controle tecnológico e de produção torna-se necessária a previsão de vagas para as seguintes categorias profissionais: mestres de obras, encarregados gerais, encarregados de turma, técnicos especializados, auxiliares técnicos e administrativos, apontadores, motoristas e equipes de escritório.

As equipes de topografia e de laboratório também são imprescindíveis à administração local e encontram-se vinculadas diretamente à obra. Já a mão de obra não especializada, associada à execução direta dos serviços, encontra-se incluída nas composições de custos unitários dos serviços.

Além dos custos referentes à mão de obra, a administração local deve ainda prever uma série de custos que ocorrem no andamento das obras e que são suportados diretamente pelo executor, tais como:

- a) Materiais de consumo e de expediente:
 - Cópias xerográficas e heliográficas;
 - Fotografias;
 - Materiais de escritório.

- b) Operação de veículos para transporte de pessoal;
- c) Custos das concessionárias:
 - Água;
 - Esgoto;
 - Luz e energia;
 - Comunicações (correios, telefonia e internet).
- d) Aluguéis;
- e) Segurança e vigilância;
- f) Outras despesas similares vinculadas às obras.

O custo da administração local depende da estrutura organizacional planejada pelo executor para a condução de cada obra e de sua respectiva lotação de pessoal. A modelagem da administração local deve levar em conta as peculiaridades inerentes a cada obra, o que permite o dimensionamento da estrutura organizacional necessária à obtenção das produções esperadas e ao cumprimento dos prazos estabelecidos.

A concepção dessa organização, bem como da lotação dos recursos humanos requeridos, consiste em tarefa de planejamento específica do executor da obra. Dessa forma, caberá ao engenheiro de custos realizar exame detalhado da questão, com vistas a estabelecer bases para estimar os custos envolvidos.

A montagem da estrutura administrativa local de cada obra deve ser realizada em função do desdobramento de cada atividade básica, definindo-se os cargos e as funções a serem ocupadas. Nesse desdobramento, devem ser analisadas as características da obra, a estratégia adotada para sua execução, o cronograma físico e a distribuição geográfica das frentes de trabalho.

As variações da estrutura organizacional entre obras distintas proveem da maior ou menor complexidade das atividades, bem como da possibilidade de atribuí-las de forma mais ou menos agregada às funções criadas para exercê-las.

Entretanto, levando-se em consideração as peculiaridades inerentes a cada tipo e porte de obra de infraestrutura de transportes, torna-se possível definir uma estrutura organizacional de referência para bem administrá-la, composta por:

- Mão de obra:
 - Equipe gerencial técnica;
 - Equipe gerencial administrativa;
 - Equipe de medicina e segurança do trabalho;

- Manutenção do canteiro de obras e acampamentos;
- Equipe de produção em campo;
- Equipe de frente de serviço;
- Equipe de controle tecnológico.
- Veículos;
- Equipamentos;
- Despesas diversas.

No que se refere à mão de obra, importa destacar que para cada equipe proposta existe um parâmetro específico para realizar o seu dimensionamento.

As equipes das gerências técnica e administrativa são definidas em função do porte e da natureza das obras e não se encontram sujeitas a variações advindas das quantidades de serviços.

As equipes de medicina e segurança do trabalho são proporcionais à quantidade de profissionais no momento de pico do empreendimento, obtida por meio de histograma de mão de obra ou da determinação da quantidade média de funcionários e de modelos de curva de agregação de recursos

As equipes de produção em campo encontram-se ligadas diretamente à execução de grupos de serviços específicos, sendo necessárias apenas no período em que as respectivas atividades são realizadas.

Já as equipes responsáveis pelas frentes de acompanhamento e pelo controle tecnológico dos serviços mantêm proporcionalidade com a quantidade e as características dos serviços a serem executados no empreendimento.

Consoante o estabelecimento desses conceitos, a mão de obra constituinte da administração local pode ser dimensionada em função de parcelas classificadas por suas atribuições no âmbito da obra, a saber:

- Parcada Fixa:
 - Gerência Técnica;
 - Gerência Administrativa.
- Parcada Vinculada:
 - Encarregados de Produção;
 - Topografia;
 - Setor de Medicina e Segurança do Trabalho.
- Parcada Variável:

- Frentes de Serviço;
- Controle Tecnológico;
- Manejo Florestal.
- Manutenção do Canteiro de Obras e Acampamentos

O custo de referência da administração local pode ser obtido em função do somatório das parcelas de mão de obra, acrescidos dos respectivos veículos, equipamentos e despesas diversas, conforme metodologia proposta.

As parcelas fixas e vinculadas e de manutenção do canteiro de obras são dimensionadas por mês e consequentemente associadas ao cronograma físico do empreendimento. Já a parcela variável é concebida em função das equipes projetadas, cada uma responsável por atividade específica no desenvolvimento da obra.

Importa destacar que os conceitos propostos para a definição dos custos de referência da administração local apresentam lastro técnico e constituem ferramenta inteligível de dimensionamento, estendendo sua aplicação para o campo do planejamento e proporcionando à Administração Pública maior capacidade de controle e gerenciamento na aplicação de recursos em obras de infraestrutura.

Entretanto, é imprescindível que os cronogramas físicos propostos para os projetos de infraestrutura e as respectivas ordens de início dos serviços levem em consideração as informações climáticas locais. Dessa forma, a mobilização das obras deve ser realizada preferencialmente após os períodos chuvosos, evitando assim a remuneração ociosa da mão de obra e dos equipamentos e consequentemente acarretando atrasos e eventuais prejuízos financeiros.

Detalhadas as parcelas fixas, vinculadas e variáveis da mão de obra que compõem o custo de referência da administração local de uma obra, torna-se possível ao gestor público intervir em situações diversas de paralisação do empreendimento, garantindo assim a preservação do erário e os interesses da Administração Pública.

Nos casos onde couber, a parcela variável da administração local, associada às frentes de serviço e ao controle tecnológico, poderia até ser desmobilizada durante o período de paralisação, enquanto que uma fração da parcela fixa poderia ser mantida, a critério da fiscalização de obra. Encerrada a paralisação, seria realizada uma nova mobilização de pessoal.

Além disso, a exclusão da administração local da parcela de benefícios e despesas indiretas e o consequente detalhamento analítico desse custo indireto como item de planilha impedem que o eventual acréscimo ou supressão de serviços ou quantidades advindas de revisões de projeto em fase de obras venham a onerar desnecessariamente os contratos.

Além da relevância para a Administração Pública, a presente metodologia para definição de custos de referência para administração local também pode ser aplicada a outros entes envolvidos nas obras de infraestrutura de transportes, sejam eles as empresas contratadas para execução e supervisão dos serviços ou pelos órgãos responsáveis pela fiscalização e controle.

Por fim, importa destacar que as premissas utilizadas na elaboração da presente metodologia, bem como os respectivos resultados obtidos, corroboram integralmente com as diretrizes preconizadas no Acórdão nº 2.622/2013-TCU-Plenário, cujo extrato encontra-se apresentado a seguir:

“9.3.2. oriente os órgãos e entidades da Administração Pública Federal a:

9.3.2.1. discriminar os custos de administração local, canteiro de obras e mobilização e desmobilização na planilha orçamentária de custos diretos, por serem passíveis de identificação, mensuração e discriminação, bem como sujeitos a controle, medição e pagamento individualizado por parte da Administração Pública, em atendimento ao princípio constitucional da transparência dos gastos públicos, à jurisprudência do TCU e com fundamento no art. 30, § 6º, e no art. 40, inciso XIII, da Lei n. 8.666/1993 e no art. 17 do Decreto n. 7.983/2013;

9.3.2.2. estabelecer, nos editais de licitação, critério objetivo de medição para a administração local, estipulando pagamentos proporcionais à execução financeira da obra, abstendo-se de utilizar critério de pagamento para esse item como um valor mensal fixo, evitando-se, assim, desembolsos indevidos de administração local em virtude de atrasos ou de prorrogações injustificadas do prazo de execução contratual, com fundamento no art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal e nos arts. 55, inciso III, e 92, da Lei n. 8.666/1993.”

4. COMPOSIÇÕES DE CUSTO

4. COMPOSIÇÕES DE CUSTO

As composições de custos unitários (CCUs) referenciais de obras e serviços, incluindo instalação da obra, bem como outras composições utilizadas como serviços auxiliares, foram organizadas em oito grupos, conforme abaixo:

a) Instalação da Obra

Consiste nas composições referentes a serviços de montagem de canteiros de obras e oficinas, áreas de apoio, demolições e demais instalações fixas.

b) Superestrutura Ferroviária

Trata dos serviços de lastro, dormentes, trilhos, aparelhos de mudança de via (AMV), dispositivos de fixação, soldas, etc.

c) Transportes

Trata-se dos serviços de momentos de transporte, e os respectivos tempos fixos de cargas, descargas e manobras para lastros, trilhos, dormentes, acessórios de fixação de linhas e ferragens de AMVs.

d) Serviços Auxiliares

São CCUs necessárias para complementar as CCUs principais.

e) Sinalização

Trata-se de composições de serviços de sinalização, que é de vital importância para a movimentação dos trens, facilitando o licenciamento (autorização de movimento), agilizando e dando segurança a operação, controlando as velocidades, pontos de parada, passagens em nível e gerando dados para a manutenção. As CCUs abrangem sinalização de via, chaves manuais e elétricas, infraestrutura de sinalização, infraestrutura de cabos, instalação de cabos, sistema de identificação e posicionamento de locomotivas, passagem em nível e sistema de apoio operacional.

f) Telecomunicação

As composições de telecomunicação contemplam todos os sistemas de comunicação de uma ferrovia, os quais visam garantir a segurança na operação de trens, como também aumentar a produtividade das equipes das mais diversas áreas no dia a dia de suas atividades fundamentais. As CCUs abrangem centrais telefônicas, instalação de cabos, infraestrutura para cabos e sonorização.

g) Energização

Grupo com composições relativas a serviços de energia, necessários para possibilitar o pleno funcionamento de sistemas e da operação como um todo, garantindo a segurança e a otimização dos ativos e do tráfego ferroviário. As CCUs abrangem infraestrutura para cabos, instalação de cabos, transformadores e equipamentos, infraestrutura de alvenaria, aterramento - para raios - DPS, baterias e *nobreaks*, geradores, testes e comissionamentos.

4.1. Classificação das Composições de Custos

As composições de custos podem ser classificadas quanto à sua utilização nos orçamentos, em dois tipos:

- Principais;
- Auxiliares.

As composições principais são aquelas que representam os serviços essenciais de uma determinada obra e os custos relativos aos transportes dos materiais e da mão de obra. As composições principais constam da relação de serviços que compõem a planilha orçamentária do projeto ou contrato.

As composições auxiliares são aquelas elaboradas para contemplar as atividades de produção de insumos ou de execução de partes do serviço.

4.2. Montagem das Composições de Custos

4.2.1 Ciclo dos Equipamentos

Os equipamentos realizam normalmente operações consideradas repetitivas, ou seja, trabalham em ciclos. Entende-se por ciclo o conjunto de ações ou movimentos que o

equipamento realiza desde sua partida, de uma determinada posição, até seu retorno a uma posição semelhante, que marca o início de um novo ciclo.

O tempo decorrido entre duas passagens consecutivas do equipamento é denominado “duração do ciclo” ou “tempo total do ciclo”, que determina um intervalo durante o qual o equipamento realiza certa quantidade de serviço.

A quantificação do serviço realizado durante a duração do ciclo é fundamental para se determinar a produção horária do equipamento, para se dimensionar e equilibrar o restante dos equipamentos que com ele formam a equipe mecânica, bem como para calcular a produção da própria equipe mecânica.

4.2.2 Produção das Equipes Mecânicas

Na fase de planejamento da execução de um serviço, uma das ações iniciais se refere à escolha e dimensionamento de uma equipe mecânica que seja compatível com o tipo de obra e que tenha equipamentos de desempenho similares, visando o aproveitamento do conjunto, com objetivo de reduzir a ociosidade de um equipamento em relação a outro ou mesmo ao líder da equipe.

A produção das equipes mecânicas corresponde normalmente a de seu equipamento principal ou líder da patrulha, o qual condiciona a atuação do conjunto de equipamentos, em função de suas diferentes capacidades e produções.

A determinação da produção das equipes mecânicas constitui elemento fundamental para formação dos custos unitários dos serviços. O custo unitário de execução é a relação entre o custo horário de execução de determinado serviço e a produção calculada na mesma unidade de tempo.

A produção mecânica dos equipamentos pode ser determinada por métodos teóricos ou empíricos e que levam em consideração os seguintes fatores:

- Informação de fabricantes;
- Informações de catálogos dos equipamentos;
- Vídeos demonstrativos de utilização;
- Experiência de profissionais;
- Informações de aferições de produções de serviço no campo;
- Critérios técnicos fundamentados em conceitos de engenharia.

Os métodos teóricos de cálculo de produção mecânica compreendem a utilização de fórmulas específicas por tipo de equipamento. As fórmulas normalmente consideram diversas variáveis intervenientes, que são função das características dos equipamentos e do serviço.

As principais variáveis intervenientes são: capacidade, velocidade, tempo total do ciclo, consumos específicos, espessura, afastamento, espaçamento, profundidade e fatores de correção, cuja finalidade é ajustar os resultados teóricos às condições reais em que os serviços são executados.

O modelo teórico adotado pressupõe o conhecimento de diversas variáveis intervenientes para o cálculo da produção das equipes mecânicas. Tais variáveis são função das características intrínsecas dos equipamentos e da natureza dos serviços a serem executados.

4.2.3 Tempo Produtivo e Tempo Improdutivo

Os conceitos e o modelo matemático adotado no cálculo das composições de custos unitários do SICFER, consideram dois períodos de tempo diferentes na atuação regular dos equipamentos: o tempo produtivo e o tempo improdutivo.

Durante o tempo produtivo, o equipamento encontra-se dedicado ao serviço, com seus motores ou acionadores em funcionamento. Neste caso, o equipamento encontra-se efetivamente executando uma tarefa na frente de serviço.

No tempo improdutivo, o equipamento encontra-se parado, com o motor desligado e em situação de espera, aguardando que algum outro membro da equipe mecânica conclua sua parte, de modo a garantir frente para que ele possa atuar.

Os equipamentos que participam de tarefas específicas e com utilização parcial em um determinado serviço, quando não limitados pelas operações da equipe mecânica, serão quantificados de forma fracionada e terão apenas seu custo produtivo remunerado. Da mesma forma, equipamentos que apenas acompanham a mão de obra têm exclusivamente utilização produtiva.

Em consequência desses conceitos, o custo horário produtivo consiste no somatório de todas as parcelas envolvidas com a operação dos equipamentos, a saber: custo horário de propriedade, de manutenção e de operação. Já o custo horário improdutivo é constituído pelo custo de propriedade e o custo horário da mão de obra da operação.

Matematicamente, a improdutividade aparece quando se compara a produção horária da equipe com a dos equipamentos individualmente. O coeficiente de utilização produtivo é o

quociente da produção da equipe pela produção de cada tipo de equipamento e deve sempre ser menor ou igual a 1. O coeficiente de utilização improdutiva é obtido por meio desta diferença.

4.2.4 Fatores de Correção

O SICFER utiliza os seguintes fatores de correção para o cálculo da produção da equipe mecânica:

- Fator de Eficiência;
- Fator de Conversão;
- Fator de Carga.

a) Fator de Eficiência

O Fator de Eficiência consiste na relação entre o tempo de produção efetiva e o tempo de produção nominal de determinado equipamento. A aplicação deste fator mostra-se necessária para incorporar ao modelo os tempos em alterações de serviço ou deslocamentos do equipamento entre frentes de trabalho, preparação da máquina e manutenção, entre outros.

Está adotado no SICFER o fator $50/60 = 0,83$.

b) Fator de Conversão

O Fator de Conversão é utilizado com objetivo de ajustar as capacidades nominais dos equipamentos, definidas em unidades de volume, às unidades dos serviços referenciais.

O Fator de Conversão é obtido a partir da relação entre volumes, quais sejam: volume medido ou pago do material e volume efetivo manipulado pelos equipamentos que dispõem de caçambas, reservatórios ou implementos equivalentes.

c) Fator de Carga

O fator de carga é a relação entre a capacidade efetiva do equipamento e sua capacidade geométrica ou nominal. Esse fator é específico para cada material a ser movimentado ou carregado e pela capacidade de cada equipamento.

d) Massas Específicas dos Solos e dos Agregados

Para conhecimento das propriedades de resistência, permeabilidade e deformabilidade dos materiais (solos e agregados), torna-se necessária a definição de índices para expressar as proporções entre elas.

Dentre os principais índices podemos destacar a umidade (relação entre o peso da água e o peso dos sólidos), o índice de vazios (relação entre o volume de vazio e o volume das partículas sólidas), a porosidade (relação entre volume de vazios e o volume total), grau de saturação (relação entre o volume de água e o volume de vazios) e as massas específicas (relação entre a massa e o volume). A Tabela 01 apresenta as massas específicas referenciais utilizadas.

Quando se procede à escavação de um terreno, os materiais que anteriormente se encontravam em condição natural e sujeitos a um estado de compactação inicial em função de seu próprio processo de formação, tendem a sofrer expansão volumétrica, denominada empolamento.

De forma similar, os materiais escavados e em condição solta podem sofrer diminuição de volume após serem trabalhados por equipamentos especiais, em operação denominada compactação. A realização da compactação tem por objetivo aumentar a resistência dos solos sob ação de cargas externas, reduzir possíveis variações de volume advindas das cargas ou da percolação de água.

Em virtude de características granulométricas, das partículas sólidas e da interação com a água, os materiais naturais (solos e agregados) apresentam variações volumétricas bastante diferentes. De um modo geral, quanto maior a presença de finos (argilas e siltes), maior será a tendência de expansão volumétrica, quando submetidos à escavação em sua condição natural.

Em que pese a reconhecida ocorrência destas variações, a elaboração de composições de custos requer a definição de valores referenciais que permitam a conversão dos volumes nas operações de escavação, carga e transporte dos solos e agregados (britas e areias), particularmente no cálculo dos momentos extraordinários de transportes.

Tabela 01: Massas específicas referenciais dos materiais (solos e agregados)

Materiais	Massa Específica Natural (t/m ³)	Massa Específica Solta (t/m ³)	Massa Específica Compactada (t/m ³)
Solos	1,875	1,500	2,063
Brita	2,630	1,500	2,100
Areia	-	1,500	1,725

Fonte: FGV/IBRE

e) Massas Específicas das Misturas

A Tabela 02 a seguir consiste em quadro-resumo das massas específicas compactadas adotadas como referência para as principais misturas de materiais, bem como das massas específicas dos principais insumos adotados nas composições dos serviços ferroviários.

Tabela 02: Massas específicas compactadas

Misturas	Massa Específica Compactada (t/m ³)
Solo-areia	2,063
Solo-brita	2,063
Solo-cimento	2,063
Brita graduada	2,200
Macadame seco	2,100
Concreto de cimento Portland	2,400
Concreto armado	2,500

Fonte: FGV/IBRE

f) Equilíbrio das Equipes Mecânicas

A equipe mecânica pode ser definida como o grupo de equipamentos reunidos ou à disposição para a execução conjunta de um determinado serviço.

O equilíbrio das equipes mecânicas relaciona-se à seleção e ao dimensionamento dos equipamentos que irão compor uma patrulha para execução coordenada de um determinado serviço. O objetivo desta ação consiste em harmonizar as patrulhas, resultando em uma produção maior e com melhor aproveitamento das capacidades individuais de cada equipamento.

A primeira etapa consiste na definição do procedimento executivo e na escolha de quais equipamentos devem ser reunidos para realizar o serviço. Embora normalmente se disponha de mais de uma solução, as patrulhas adotadas como referência foram definidas em função de critérios técnicos e econômicos.

Em termos práticos, o equilíbrio ocorre normalmente em torno do equipamento definido como principal ou líder, seja por sua relevância em relação ao processo executivo, seja por seu custo horário produtivo. Definido o equipamento principal e conhecido seu tempo de ciclo e produção, calcula-se a produção horária do serviço.

O mesmo procedimento é adotado para o cálculo da produção horária dos demais componentes da patrulha.

A partir das relações entre a produção horária do serviço e a dos equipamentos da patrulha, as quantidades e os coeficientes de utilização (produtiva ou improdutiva) são estabelecidos como resultado dos quocientes destas operações.

4.3. Critérios de Arredondamento

O conjunto de operações matemáticas utilizadas no SICFER requer a definição de critérios para arredondamento e formatação dos seus produtos. Dentre os principais cálculos realizados no sistema, destacam-se a determinação dos consumos, dos custos horários dos equipamentos, da mão de obra, das produções de equipes mecânicas e as operações internas das composições de custos dos serviços.

As composições de custos do SICFER são estruturadas em função de 3 (três) padrões de formatação de algarismos, com casas decimais e números significativos distintos, conforme apresentado a seguir:

- 5 (cinco) casas decimais após a vírgula: quantidades de equipamentos, de mão de obra, de materiais, de atividades auxiliares, dos tempos fixos e dos momentos de transporte;
- 4 (quatro) casas decimais após a vírgula: custos operacionais, custos horários e custos unitários;
- 2 (duas) casas decimais após a vírgula: produção do serviço, utilização produtiva / improdutiva dos equipamentos e custo final do serviço.

No caso específico de produções de serviços inferiores a cinco unidades, adotou-se 5 (cinco) casas decimais após a vírgula em virtude da relevância destes números significativos.

4.4. Estrutura das Composições de Custos

A definição das composições de custos pode ocorrer de duas formas:

- Unitárias;
- Mistas: horárias e unitárias.

A composição de custo unitária consiste no detalhamento do serviço expressando a descrição, as quantidades, as produções e os custos unitários da mão de obra, dos materiais e dos equipamentos necessários à execução de uma unidade de serviço.

Embora o formato de composição de custo unitária seja universal e adotado para a elaboração de orçamentos de qualquer natureza, a utilização desse formato não permite a correta identificação dos seus insumos nos serviços, bem como não apresenta a memória de cálculo com a indicação dos parâmetros considerados, o que dificulta a análise de consistência e a sensibilidade dos orçamentistas.

O formato horário é utilizado nas composições para a apropriação dos itens referentes aos equipamentos e à mão de obra, em função de suas produções isoladas ou da equipe como um todo, demonstradas com a intenção de dar clareza e transparência quanto à formação das equipes mecânicas e de pessoal.

As composições de custos mistas constituem a forma mais adequada para modelar serviços cílicos que envolvam patrulhas coordenadas de diferentes equipamentos, como ocorre normalmente nas atividades de superestrutura ferroviária, em grupos de serviços tais como, aplicação de lastro, aplicação de dormentes, aplicação de trilhos.

4.5. Orientações para Criação de Composições de Custos

4.5.1 Composições Unitárias

O formato de composição de custo unitária é universal e presta-se para a elaboração de orçamentos de qualquer natureza, tais como obras de engenharia, industriais e serviços de engenharia consultiva.

Trata-se de determinar coeficientes unitários de utilização de insumos, que aplicados aos custos unitários desses mesmos insumos produzem o custo de uma determinada unidade de serviço.

Em virtude de sua natureza, este tipo de composição de custo não permite a correta identificação da participação dos seus componentes no serviço e só será utilizado no SICFER se não for possível a utilização do formato misto horário/unitário.

4.5.2 Composições Mistas Horárias/Unitárias

A montagem de composições de custos mistas envolve inicialmente a definição dos insumos a serem utilizados e as suas respectivas quantidades. Os equipamentos da patrulha mecânica são escolhidos de forma a trabalhar em conjunto e com a menor improdutividade possível.

As quantidades de equipamentos e de mão de obra são aquelas passíveis de identificação durante a execução do serviço. A quantidade de materiais é a necessária para produzir uma determinada unidade de serviço.

Os serviços auxiliares são atividades complementares à produção dos insumos ou para a execução de uma parcela do serviço principal. As quantidades dos serviços auxiliares são determinadas da mesma forma que para os materiais.

De maneira geral, a produção de um determinado serviço é definida pelo líder da equipe, havendo, entretanto, situações em que a liderança do serviço é exercida pela mão de obra, por uma atividade auxiliar ou mesmo pela equipe em seu conjunto.

A determinação do líder da equipe mecânica de um serviço é condicionada ao atendimento dos seguintes critérios:

- O líder não fica com tempo improdutivo;
- Não atendendo à condição anterior, o líder será o equipamento de maior valor;

- Em igualdade de significância de valor, será líder o insumo ou atividade que conduza a uma menor produção da equipe;
- Quando a atividade principal apresentar dependência da atividade auxiliar, como ocorre na usinagem dos materiais, e a produção da atividade auxiliar for menor que a produção dos equipamentos responsáveis pela principal, é eleito como líder do serviço principal o líder do serviço auxiliar;
- Equipamentos acessórios, que pouco participam do serviço (caminhão tanque) ou de pouco valor (grade de discos), não devem ser considerados como líderes;
- A liderança da equipe pode também ser definida pela mão de obra na ocorrência de uma ou mais das seguintes situações:
 - Os equipamentos não estão presentes integralmente na atividade;
 - Os equipamentos são acessórios;
 - Não são utilizados equipamentos no serviço.

Para a criação de composições de custos deve-se ainda atentar para os tempos produtivos e improdutivos dos equipamentos.

Durante o tempo produtivo, o equipamento encontra-se trabalhando normalmente, sujeito às restrições que são levadas em conta quando se aplica o fator de eficiência.

No tempo improdutivo, o equipamento encontra-se parado, com o motor desligado, em condições de espera para operar, participando integralmente da operação.

Quando o equipamento participar parcialmente do serviço deve ser considerado apenas o seu tempo produtivo, sendo lançado na coluna de quantidades da composição de custo apenas o seu tempo fracionado efetivamente trabalhado.

Selecionado o equipamento principal e conhecida a produção que este realiza durante um ciclo e o tempo total do ciclo da atividade, torna-se possível calcular sua produção horária, dividindo-se a quantidade de unidades produzidas pelo número de horas de duração do referido ciclo.

No caso específico do SICFER, as parcelas referentes aos equipamentos e mão de obra são definidas no formato horário e as parcelas referentes aos materiais, serviços auxiliares e transportes são definidas no formato unitário.

5. MÃO DE OBRA

5. MÃO DE OBRA

Os custos de referência da mão de obra foram definidos em função de quatro parcelas, a saber: salários, encargos sociais, complementares e adicionais. Estes custos consideram condições normais de jornada e ambiente de trabalho. Em casos excepcionais, poderão ainda ser aplicados os conceitos e legislações relacionados aos adicionais noturno, de insalubridade e de periculosidade.

Os salários tiveram sua referência estabelecida a partir do levantamento dos dados de salário de mercado constantes do Cadastro Geral de Empregados e Desempregados - CAGED da Secretaria de Trabalho do Ministério da Economia, respeitando-se os pisos advindos dos acordos e convenções coletivas de trabalho, celebrados entre sindicatos patronais e de trabalhadores, preferencialmente da construção pesada.

Além disso, foram realizados estudos para atualização dos encargos sociais, complementares e adicionais, tanto em função da desoneração da mão de obra no setor de infraestrutura, quanto da diversificação de categorias profissionais e aumento das exigências nos acordos e convenções coletivas.

Devido à complexidade, a presente Metodologia foi desenvolvida no Volume 4 deste Manual.

6. EQUIPAMENTOS

6. EQUIPAMENTOS

O custo horário de um equipamento consiste na soma de todos os custos envolvidos em sua utilização, definidos em função das condições de trabalho, do tipo de equipamento, das características específicas do serviço e referenciados em uma determinada unidade de tempo.

O cálculo do custo horário (produtivo ou improdutivo) de um equipamento exige o conhecimento dos seguintes parâmetros:

- Custos de propriedade
- Depreciação
- Custos de Oportunidade de Capital
- Seguros e impostos
- Custos de manutenção
- Material rodante / pneus
- Reparos em geral
- Partes de desgaste
- Custos de operação
- Combustível
- Filtros e lubrificantes
- Mão de obra de operação

6.1. Custo Horário dos Equipamentos e Veículos

6.1.1 Custo Horário Produtivo

O custo horário produtivo de um veículo ou equipamento é formado pela soma das parcelas relacionadas aos custos de propriedade, de manutenção e de operação, respeitadas as particularidades dos veículos e equipamentos, conforme expressão apresentada abaixo.

$$C_{hp} = D_h + J_h + M_h + C_c + C_{mo} + I_h$$

onde:

C_{hp} representa o custo horário produtivo (R\$/h);

D_h representa a depreciação horária (R\$/h);

J_h representa o custo horário dos juros da oportunidade de capital (R\$/h);

M_h representa o custo horário da manutenção (R\$/h);

C_c representa o custo horário de combustíveis, lubrificantes, filtros e graxas (R\$/h);

C_{mo} representa o custo horário com mão de obra de operação (R\$/h);

I_h representa o custo horário com seguros e impostos (R\$/h).

6.1.2 Custo Horário Improdutivo

O custo horário improdutivo de um equipamento ou veículo é formado pela soma dos custos de propriedade (depreciação, oportunidade do capital, seguros e impostos) e de mão de obra de operação, respeitadas as particularidades dos veículos e equipamentos, conforme expressão apresentada abaixo.

$$C_{hi} = C_{mo} + D_h + J_h + I_h$$

onde:

C_{hi} representa o custo horário improdutivo (R\$/h);

C_{mo} representa o custo horário com mão de obra de operação (R\$/h);

D_h representa a depreciação horária do equipamento (R\$/h);

J_h representa o custo horário dos juros da oportunidade de capital (R\$/h);

I_h representa o custo horário com seguros e impostos (R\$/h).

6.2. Custo Horário dos Equipamentos Compostos

Para os equipamentos compostos por chassis e implementos, foi realizado um desmembramento dos componentes, a fim de que os custos horários sejam calculados separadamente, uma vez que cada elemento pode apresentar diferentes parâmetros de cálculo.

O custo horário final do equipamento composto, formado por chassis e implementos, é dado, portanto, pela soma dos custos horários, produtivo e improdutivo, dos elementos que o compõem.

Cabe ressaltar que os equipamentos componentes são diferenciados dos demais equipamentos por meio do código no formato EAXXXX. Salienta-se, ainda, que um equipamento composto pode ser formado por um ou mais componentes.

Para os referidos equipamentos, o operador geralmente encontra-se junto ao chassis, integrando apenas o seu custo de mão de obra, e não de todo o conjunto. Entretanto, há casos em que o implemento também necessita de operador, demandando também uma parcela de mão de obra, que será somada aos custos de operador do chassis.

Os equipamentos compostos não apresentarão as parcelas calculadas de custo horário no Relatório Sintético de Equipamentos, mas apenas os custos produtivos e improdutivos, que são resultantes da soma dos respectivos custos de seus componentes. Cada equipamento componente, contudo, apresentará no relatório suas parcelas de custo horário.

6.3. Custo de Propriedade

6.3.1 Depreciação

A depreciação consiste na parcela do custo operacional associado ao desgaste e à obsolescência do equipamento ao longo de sua vida útil. Em síntese, trata-se de um procedimento que visa gerar recursos para reposição de bens de capital, no caso em questão, o próprio equipamento adquirido, ao final de sua vida útil.

A depreciação por utilização ou mecânica, ou seja, aquela relacionada ao número de horas em que o equipamento presta serviços efetivos, difere da depreciação contábil que só leva em consideração a vida útil do equipamento e é regulamentada por legislação específica.

Os parâmetros considerados no cálculo da depreciação dos equipamentos são:

- Vida útil;
- Valor de aquisição;
- Valor residual;

O método linear será adotado para o cálculo da depreciação horária de equipamentos, conforme expressão apresentada a seguir:

$$Dh = \frac{Va - Vr}{n \times HTA}$$

onde:

Dh representa a depreciação horária (R\$/h);

Va representa o valor de aquisição do equipamento (R\$);

Vr representa o valor residual (R\$);

n representa a vida útil (anos);

HTA representa o total de horas trabalhadas por ano.

Os valores de aquisição dos equipamentos utilizados nos cálculos do custo horário são pesquisados por unidade da federação, respeitando-se as cotações de fabricantes ou grandes revendedores para venda à vista de equipamentos novos, com toda a carga tributária sobre eles incidente.

Embora tenha-se atribuído um valor residual fixo ao equipamento em função de seu valor de aquisição, observa-se no mercado de máquinas e equipamentos usados que esse valor pode sofrer grande variação. Os fatores responsáveis por essa variação são o tipo de equipamento, o modelo, a marca, a demanda, as condições de uso, a manutenção, as formas de financiamento, etc.

Certos equipamentos, principalmente os de pequeno porte, têm apenas valor de sucata ao final de sua vida útil. A existência de mercado consumidor ativo em determinado segmento aumenta o valor residual do equipamento. Aqueles que tiverem maior procura nesse mercado, terão cotação mais elevada. Entretanto, tais fatores mostram-se bastante dinâmicos e variáveis ao longo do tempo.

A vida útil consiste no período durante o qual um equipamento ou suas principais partes mantêm o desempenho esperado, quando submetido apenas às atividades de manutenção programadas. Neste Manual de Custos, a vida útil consiste na quantidade estimada de horas de utilização normal do equipamento, antes da troca ou revisão de seus principais componentes (motor, transmissão, comandos finais, sistema hidráulico, etc.), realizando todas as revisões programadas.

A maioria dos equipamentos trabalha em condições razoavelmente uniformes, o que torna desnecessária a diferenciação das condições de trabalho para o cálculo de seus custos horários produtivos ou improdutivos. Nestas condições, enquadram-se, por exemplo, os equipamentos de compactação, as centrais de britagem, as usinas de solos, de concreto e de asfalto, entre outros.

Entretanto, outros equipamentos podem sofrer expressiva variação de desgaste em função das condições de trabalho que lhes são impostas (leves, médias ou pesadas). Com o objetivo de determinar o impacto desse maior desgaste no custo horário dos equipamentos, os fabricantes sugerem vincular a vida útil às condições em que operam os equipamentos (caminhões, carregadeiras, etc.).

A relação entre custo e condições de trabalho evidencia o conceito eminentemente econômico da vida útil de um equipamento. Existe um momento em que a economia de manutenção e os ganhos de produção que se pode obter com um equipamento novo são suficientes para cobrir a diferença na depreciação. Este é considerado o ponto ideal de troca, pois, embora nesse instante, os custos totais das duas opções ainda sejam os mesmos, o

equipamento usado entrará, a partir deste momento, em regime de custos crescentes, enquanto que o novo em regime de custos decrescentes.

Em função de envolver diversos e influentes fatores, a determinação da vida útil de um equipamento mostra-se bastante complexa. A informação sobre a vida útil de um equipamento, de acordo com o tipo de operação, normalmente é fornecida pelo fabricante ou por métodos científicos de pesquisa que permitam determinar suas variações em função das condições de trabalho leves, médias ou pesadas.

Os principais fatores que influenciam as condições de trabalho e a respectiva vida útil dos equipamentos são o tipo de solo e a superfície de rolamento.

Os materiais presentes nas obras de infraestrutura apresentam grande variação, em função da granulometria, da resistência, da presença de matéria orgânica ou água. Essa diversidade de materiais envolve solos de diferentes comportamentos geotécnicos, blocos, rochas e até solos inservíveis ou moles. As condições locais e as características de cada um desses materiais respondem por maiores ou menores desgastes dos equipamentos, especificamente dos motores, das transmissões, dos chassis, dos materiais rodantes, das bordas cortantes, dos dentes de caçamba, etc.

As características das superfícies em que os equipamentos operam provocam maior ou menor desgaste da estrutura e das peças componentes do equipamento, em função dos impactos e da resistência ao rolamento.

Os custos horários dos equipamentos do SICFER são calculados considerando as operações médias de trabalho, utilizando - se as condições listadas na Tabela 03 e na Tabela 04.

Tabela 03: Condições de Trabalho (Escavação e Carga)

Condições Leves	Condições Médias	Condições Pesadas
Para escavação e carga		
Camada de solo superficial	Argila arenosa	Pedras frequentes ou afloramento de rochas
Materiais de baixa densidade	Argila com alguma umidade	Cascalho grosso (sem finos)
Argila com baixo teor de umidade	Mistura de solos diferentes como areia e cascalho fino	Escarificação pesada em rocha.
Material retirado de pilhas	Execução de aterros (trator de esteiras)	Trabalho em pedreiras
Operação de lâmina em aterro solto	Carregamento em rocha bem fragmentada	Carregamento em solos como xisto argiloso, cascalho consolidado, entre outros.
Espalhamento e nivelamento de materiais	Escavação em barranco de material facilmente penetrável	Carregamento em rocha escarificada (scrapers)

Condições Leves	Condições Médias	Condições Pesadas
Para escavação e carga		
Valetamento em solo leve até 2m de profundidade (retro-escavadeira)	Valetamento em solo médio a pesado com até 3 metros de profundidade	Valetamento em profundidades superiores a 3 metros

Fonte: IPR/DNIT

Tabela 04: Condições de Trabalho (Transporte)

Condições Leves	Condições Médias	Condições Pesadas
Para transporte		
Superfícies com apoio total às sapatas e baixo teor de areia.	Distâncias irregulares (longas e curtas)	Deslocamento contínuo em terreno rochoso
Superfícies firmes, sem material solto.	Aclives e declives	Piso úmido ou irregular
Superfícies conservadas por motoniveladoras	Resistência ao rolamento	Frequentes aclives e declives acentuados
Ferrovia de curvas moderadas	Pouca patinagem do equipamento.	Piso de areia frouxa e seca sem aglutinante

Fonte: IPR/DNIT

A Tabela de Parâmetros das máquinas e equipamento contendo os dados de potência, tipo de combustível, vida útil, horas trabalhadas, coeficiente de manutenção e valor residual, encontra-se detalhado no Volume 03 – Equipamentos.

6.3.2 Custos de Oportunidade de Capital

Dentre os diferentes itens que compõem a estrutura de custos de construção encontram-se os juros sobre o capital imobilizado para o desenvolvimento da atividade. Eles representam o custo, incorrido pelo empresário, pelo fato de aplicar em um negócio específico, seu capital próprio ou o capital obtido de terceiros sob forma de empréstimo.

No que diz respeito aos juros relativos ao capital aplicado em equipamentos, existem duas alternativas de apropriação destes custos. A oportunidade de capital pode ser realizada no cálculo do custo horário do equipamento, ou ter seu valor computado ao resultado da operação global, ou seja, remetê-lo à parcela de bonificação e despesas indiretas, conforme procedimento anteriormente adotado no SICRO 2.

A taxa de juros de oportunidade de capital (J_h) deve incidir sobre o valor médio do investimento em equipamento, durante a sua vida útil, sendo determinado por meio das seguintes expressões:

$$V_m = \frac{(n + 1)}{2n} V_a$$

$$J_h = \frac{V_m \times i}{HTA}$$

onde:

V_m representa o valor médio do investimento (R\$);

V_a representa o valor de aquisição do equipamento (R\$);

n representa a vida útil (anos);

J_h representa o custo horário de oportunidade do capital (R\$/h);

i representa a taxa de juros ao ano;

HTA representa o total de horas trabalhadas por ano.

O custo horário dos juros de oportunidade de capital será calculado por meio da aplicação de uma taxa de juros anual de 6,0%, que se mostra ajustada e compatível aos rendimentos observados nas aplicações em caderneta de poupança.

6.3.3 Seguros e Impostos

Devido ao alto custo envolvido e à baixa frequência de sinistros, os grandes frotistas não fazem seguro de todos seus equipamentos, a não ser em casos especiais. Eles arcam com os riscos, representados principalmente por avarias, já que os roubos de equipamentos de maior porte mostram-se raros.

Para os veículos automotores, considera-se o Imposto de Propriedade de Veículos Automotores - IPVA e o Seguro Obrigatório, necessários à regularização de sua utilização.

O IPVA, imposto estadual relativo ao licenciamento de veículos, varia com a idade, segundo regras próprias para cada unidade da federação.

A incidência média desses dois itens é da ordem de 2,5% sobre o investimento em veículos e seu valor é calculado pela aplicação da expressão a seguir:

$$I_h = \frac{0,025 \times V_m}{HTA}$$

onde:

I_h representa o custo horário dos seguros e impostos (R\$/h);

V_m representa o valor médio do investimento (R\$);

HTA representa o total de horas trabalhadas por ano.

6.4. Custos de Manutenção

Os custos horários de manutenção são obtidos por meio da seguinte expressão:

$$M_h = \frac{V_a \times k}{n \times HTA}$$

onde:

M_h representa o custo de manutenção horária (R\$/h);

V_a representa o valor de aquisição do veículo (R\$);

k representa o coeficiente de manutenção;

n representa a vida útil (anos);

HTA representa o total de horas trabalhadas por ano.

Os coeficientes de manutenção dos equipamentos são fornecidos pelos fabricantes e estimados em função de levantamentos e análises da série histórica dos custos.

No coeficiente de manutenção (k) estão incluídos os seguintes itens:

- Manutenção corretiva;
- Manutenção preventiva;
- Reparos;
- Substituição de peças e componentes (lâminas, caçambas, garras, escarificadores, etc.);
- Custo do veículo lubrificador;
- Perda de produção relativa a horas paralisadas para a manutenção;
- Mão de obra especializada para a manutenção (encarregado de oficina, mecânicos, eletricistas, soldadores e ajudantes).

Importa destacar que não estão incluídos no fator k o desgaste dos elementos consumíveis mais representativos dos equipamentos. Os custos destes elementos encontram-se considerados diretamente nas composições, tais como:

- Luva, haste, punho e coroa de equipamentos de perfuração;
- Bits e brocas de perfuração;
- Bits e porta bits para recicladora e fresadora;
- Tricone bits;
- Mandíbula móvel e fixa, manta, revestimento e cunha de central de britagem;
- Discos de corte.

6.5. Custos de Operação

6.5.1 Combustível, Lubrificantes, Filtros e Graxas

Os consumos horários de combustível são muito variáveis, particularmente em função do tipo de equipamento, da natureza do serviço e das condições de trabalho, sendo seus valores médios considerados apenas como estimativa pelos fabricantes.

As condições de trabalho poderão exigir períodos longos de operação com aceleração próxima ao máximo, ou curtos, devido a constantes manobras, inversões de marcha ou deslocamentos sem carga.

Os fabricantes normalmente fornecem um guia para explicar as variações do fator de carga do motor de cada um dos equipamentos, em função dos serviços que realizam, conforme apresentado a seguir na Tabela 05.

Tabela 05: Fatores de Carga dos equipamentos

Fator de Carga Baixo	Fator de Carga Médio	Fator de Carga Alto
Trator de Esteira		
Tempo considerável em marcha lenta ou de percurso sem carga	Produção de lâmina, reboque de scrapers e numerosas operações de carregamento por empuxo. Alguma marcha lenta e alguns percursos sem carga	Escarificação, carregamento por empuxo e trabalho de lâmina em declives. Pouca ou nenhuma marcha lenta ou percursos de marcha à ré
Carregadeira de Pneus		
Serviços gerais leves. Tempo considerável em marcha lenta	Operação constante com distâncias de transportes ou trabalho no ciclo básico, com períodos de marcha lenta	Operação constante no ciclo básico da carregadeira
Motoniveladora		
Acabamento, manutenção leve, tráfego em estradas	Manutenção rodoviária média, trabalho de mistura em estrada, escarificação	Valetamento, espalhamento de aterro e de material de base, escarificação, manutenção rodoviária pesada
Retroescavadeira e Escavadeira Hidráulica		
Serviços gerais com ciclos intermitentes em aplicações leves e médias	Trabalhos gerais com ciclos normais em aplicações médias	Trabalhos de produção com ciclos longos ou com a utilização de ferramentas de fluxo contínuo

Fonte: FGV/IBRE

A Tabela 06 consiste em quadro-resumo das informações de potência e de consumos de combustíveis para diferentes equipamentos movidos a óleo diesel, pesquisados junto aos fabricantes.

Tabela 06: Estimativa de consumo de combustíveis de equipamentos a óleo diesel

Descrição	Pot.	Consumo horário comb. (baixo)	Consumo horário comb. (médio)	Consumo horário comb. (alto)	Consumo horário comb. (média)	Consumo horário comb. p/ kW
	(kW)	l/h	l/h	l/h	l/h	l/h
Carregadeira de pneus 1,72m ³ <i>Caterpillar 924K</i>	102	5,5 - 7,5	9,5 - 12	13 - 15	10,75	0,14
Carregadeira de pneus 3,3m ³ <i>Caterpillar 966H</i>	213	9,5 - 12,5	14,5 - 18	19,5 - 24	16,25	0,13
Retroescavadeira <i>Caterpillar 416E</i>	58	7,6 - 9,5	9,5 - 11,4	11,4 - 13,2	10,45	0,20
Máquina reguladora e distribuidora de lastro Plasser SSP110	400	19,6 - 26,2	26,2 - 32,7	32,7 - 49,1	29,45	0,13
Máquina Socadora Automática de chave Plasser 08-275	370	22,5 - 32,5	32 - 41,5	41,5 - 51	36,75	0,16
Caminhão de Linha Ferroviário com Guindaste Plasser OBW - 10	367	22,5 - 32,5	32 - 41,5	41,5 - 51	36,75	0,16
Média dos valores						0,16

Fonte: catálogos da Catterpilar, Fiat Hitach, Komatsu, Plasser, Geismar, Amstad-Maxion, GE- General Eletric, EMD, Mercedes Bens, Ciber e Empretec.

Considerando que os custos com filtros, graxas e lubrificantes de equipamentos movidos a óleo diesel atingem aproximadamente 15% sobre o consumo de combustível, obtém-se:

$$1,15 \times 0,16 = 0,18 \text{ l/kWh}$$

Consoante a média de valores obtida, adotou-se um coeficiente de 0,18 l/kWh para cálculo do custo horário de combustível, lubrificantes, filtros e graxas no grupo que envolve os equipamentos movidos a óleo diesel.

Conforme preconizado nos catálogos dos fabricantes, foram utilizados os seguintes coeficientes de consumo, conforme Tabela 07:

Tabela 07: Coeficientes de consumo de combustíveis, lubrificantes, filtros e graxas

Equipamento	Coeficiente de Consumo
Equipamentos a diesel	0,18 l/kW.h
Caminhões e outros veículos a diesel	0,18 l/kW.h
Veículos e equipamentos a gasolina	0,20 l/kW.h
Equipamentos elétricos	0,85 kWh/kW
Locomotivas	0,18 l/kW.h

Fonte: Catálogos da Catterpilar, Fiat Hitach, Komatsu, Plasser, Geismar, GE- General Eletric, EMD, Mercedes Bens, Cibe, Empretec, Volkswagen e Volvo

Dessa forma, o cálculo do custo horário de combustíveis, lubrificantes, filtros e graxas pode ser realizado por meio do produto da potência operacional do motor do equipamento, pelo fator de consumo do motor e pelo valor do combustível, conforme apresentado na expressão linear abaixo:

$$Cc = P \times Fc \times Vc$$

onde:

Cc representa o custo horário de combustíveis, lubrificantes, filtros e graxas (R\$/h);

P representa a potência do motor (kW);

Fc representa o coeficiente de consumo (l/kWh ou kWh/kWh);

Vc representa o valor do combustível (R\$)

6.5.2 Mão de Obra de Operação

A mão de obra de operação, constituída por motoristas e operadores de equipamentos, é classificada em diversas categorias, de acordo com a complexidade dos equipamentos em que atua, conforme Quadro 01:

Quadro 01: Categorias de mão de obra de operação

MOTORISTA DE VEÍCULOS LEVES
AUTOMÓVEL ATÉ 100 HP VEÍCULO CAMINHONETE PICK-UP
MOTORISTA DE CAMINHÃO
CAMINHÃO BASCULANTE CAMINHÃO CARROCERIA CAMINHÃO CARROCERIA COM GUINDAUTO
MOTORISTA DE VEÍCULOS ESPECIAIS
CAVALO MECÂNICO COM REBOQUE
OPERADOR DE EQUIPAMENTOS LEVES 2
EQUIPAMENTO CORTE PLASMA GERADOR PORTÁTIL A GASOLINA GRUPO GERADOR/VIBRADOR MÁQUINA PARA SOLDA ELÉTRICA MÁQUINA PRENSA VIRADEIRA MÁQUINA SOCADORA DE LASTRO PORTÁTIL MÁQUINA SOLDADORA DE TRILHO A GÁS MINI VALETADEIRA OPERADOR DE BANCADA PONTE ROLANTE COM VIGA DUPLA TALHA MANUAL DE CORRENTE
OPERADOR DE EQUIPAMENTO RODO-FERROVIÁRIO
CAMINHÃO DE LINHA RODOFERROVIÁRIO COM GUINDAUTO

OPERADOR DE EQUIPAMENTOS PESADOS
CAMINHÃO DE LINHA FERROVIÁRIO COM GUINDAUTO
CARREGADEIRA DE PNEUS
CARRO DE CAPINA QUÍMICA RODOFERROVIÁRIO
EMPILHADEIRA
EQUIPAMENTO P/ SOLDA/ CORTE C/ OXIACETILENO
GUINDASTE RODOFERROVIÁRIO
GUINDASTE SOBRE ESTEIRAS
GUINDASTE FERROVIÁRIO
RETROESCAVADEIRA DE PNEUS
OPERADOR DE EQUIPAMENTOS ESPECIAIS
AUTO DE LINHA PARA INSPEÇÃO FERROVIÁRIA
CARRO CONTROLE P/ MEDAÇÃO DA VIA PERMANENTE
DESGUARNECEDORA DE LASTRO
EQUIPAMENTO AUXILIAR P/ DESCARGA DE TRILHO
MÁQUINA POSICIONADORA DE TRILHOS
REGULADORA E DISTRIBUIDORA DE LASTRO
SOCADORA AUTOMÁTICA DE LINHA CORRIDA E AMV
SOLDADORA DE TRILHO
MÁQUINA ESMERILHADORA DE TRILHO
OPERADOR DE LOCOMOTIVAS
MAQUINISTA
MANOBRADOR

FONTE: FGV/IBRE

Nesta relação, existem alguns equipamentos para cuja operação é necessário mais de um operador. É o caso dos itens:

- Socadora Automática de Chave (p/AMV) - 2 operadores
- Socadora automática de linha corrida - 2 operadores
- Pórtico Duplo - 2 operadores
- Desguarnecedora de Lastro – 3 operadores
- Soldadora de Trilho – 2 operadores
- Carro controle para medição de Via Permanente – 2 operadores

Há também os equipamentos de pequeno porte caracterizados por seu baixo custo de aquisição e pela não inclusão da mão de obra de operação diretamente no custo horário. Para estes equipamentos, a mão de obra necessária e qualificada à natureza de execução do serviço deve ser apropriada diretamente no item de mão de obra da composição de custo do serviço.

O Quadro 02 apresenta a relação de todos os equipamentos classificados no SICFER como de pequeno porte.

Quadro 02: Equipamentos de pequeno porte – Classificação SICFER

Descrição do equipamento
APARELHO GPS COM 4 GB DE MEMÓRIA, ALTÍMETRO BAROMÉTRICO E BASE MUNDIAL GARMIN eTREX 30X OU SIMILAR; CARRO MANUAL MODELO PLATAFORMA 200 X 80 CM E CAPACIDADE 800 KG; COMPACTADOR MANUAL COM SOQUETE VIBRATÓRIO - 4,1 kW; CARRO MANUAL MODELO PLATAFORMA DE 150 X 80 CM E CAPACIDADE DE 800 KG; COMPACTADOR MANUAL COM SOQUETE VIBRATÓRIO - 3 HP; COMPACTADOR MANUAL DE PLACA VIBRATÓRIA COM MOTOR DIESEL - 3 kW; EQUIPAMENTO CLIP DRIVER PARA GRAMPOS ELÁSTICOS - 10 kW; EQUIPAMENTO PARA SOLDA/CORTE COM OXIACETILENO; ESTAÇÃO TOTAL ELETRÔNICA COM PRECISÃO ANGULAR DE 2'', LINEAR DE 2 MM E ALCANCE COM 1 PRISMA DE 3.000 M; FURADEIRA DE IMPACTO DE 12,5 MM - 0,8 kW; GPS GEODÉSICO DE DUPLA FREQUÊNCIA (L1/L2); LIXADEIRA ELÉTRICA MANUAL ANGULAR - 2 kW; MÁQUINA DE ALÍVIO DE TENSÕES EM TRILHOS RAIL KNOCKER 48 BATIDAS/MIN; MÁQUINA DE BANCADA GUILHOTINA - 4 kW; MÁQUINA DE BANCADA UNIVERSAL PARA CORTE DE CHAPA - 1,5 kW; MÁQUINA DE ESMERILHAR TOPO E LATERAL DE BOLETO - 5,2 kW; MÁQUINA LIBERADORA DE TENSÃO PARA O PROCESSO DE SOLDAGEM RAIL TENSOR THR 542; MÁQUINA PARA SOLDA ELÉTRICA - 9,2 kW; MÁQUINA PARA FURAR DORMENTE - 3,7 kW; MÁQUINA PARA FURAR TRILHO - 1,2 kW; MÁQUINA PARA SERRAR TRILHO - 3,7 kW; MÁQUINA POLICORTE - 2,2 kW; MARTELETE PERFORADOR/ROMPEDOR ELÉTRICO - 1,5 kW; MARTELO HIDRÁULICO VIBRATÓRIO COM UNIDADE HIDRÁULICA (POWER PACK) - 486 kW; NÍVEL ÓTICO; PERFURATRIZ MANUAL PARA COROA DIAMANTADA - 1,6 kW; POSICIONADORA DE TRILHOS - 7,4 kW; REBARBADOR HIDRÁULICO COM BOMBA MANUAL E CAPACIDADE DE FORÇA DE 9.000 KGF; TALHA MANUAL COM CAPACIDADE DE 3 T; TIREFONADORA - 3,7 kW; TIREFONADORA/PARAFUSADORA - 3,7 kW TRANSPORTADOR MANUAL CARRINHO DE MÃO COM CAPACIDADE DE 80 L; TRANSPORTADOR MANUAL DE TUBOS DE CONCRETO; TRANSPORTADOR MANUAL JERICA COM CAPACIDADE DE 180 L; VENTILADOR AXIAL PARA VENTILAÇÃO FORÇADA - 30 kW.

Fonte: FGV/IBRE

Além dos equipamentos de pequeno porte, cujo operador não se encontra incluído diretamente no custo horário dos equipamentos mas deve ser previsto no item mão de obra da composição de custo do serviço, existem ainda diversos equipamentos que não exigem a alocação de operador específico ou ocasional em nenhuma operação, conforme relação apresentada na Tabela 08:

Tabela 08: Equipamentos sem exigência de mão de obra

Descrição do equipamento
EQUIPAMENTO PARA SONDAÇÃO MANUAL
DEFLECTÔMETRO DE IMPACTO (FWD) INSTALADO EM PICK UP COM REBOQUE E FAIXA DE CARGA DE 7 A 120 kN - 147 kW
GRUPO GERADOR 456 kVA
GRUPO GERADOR 13 / 14 kVA

DESCRIÇÃO DO EQUIPAMENTO
VAGÃO FECHADO TIPO FSS
VAGÃO TANQUE TIPO TCR
VAGÃO GÔNDOLA TIPO GTB
VAGÃO HOPPER ABERTO COM DESCARGA INFERIOR MANUAL E CAPACIDADE DE 60 T, BITOLA MÉTRICA
VAGÃO HOPPER ABERTO COM DESCARGA INFERIOR MANUAL E CAPACIDADE DE 75 T, BITOLA LARGA
ROÇADEIRA COSTAL - 1,4 kW
VEÍCULO LEVE - 53 kW (SEM MOTORISTA)
SEMÁFORO MÓVEL COM 3 LENTES E BATERIA - D = 200 MM
VAGÃO GÔNDOLA COM CAPACIDADE DE 100 T
VENTILADOR CENTRÍFUGO BAIXA PRESSÃO COM CAPACIDADE DE 58 m³/MIN - 3,68 kW
COMPRESSOR DE AR PORTÁTIL DE 340 PCM - 81 kW
GRUPO GERADOR 2,5/3 KVA
VASSOURA MECÂNICA REBOCÁVEL
DISTRIBUIDOR DE AGREGADOS REBOCÁVEL COM CAPACIDADE DE 1,9 m³
COMPRESSOR DE AR PORTÁTIL DE 197 PCM - 55 kW
COMPRESSOR DE AR PORTÁTIL DE 748 PCM - 154 kW
GRUPO VIBRADOR/GERADOR - 2,8 kW
VAGÃO PRANCHA COM CAPACIDADE DE 100 T
GRUPO GERADOR - 36/40 kVA
COMPRESSOR DE AR - 778 PCM - DIESEL - 184 kW
GRUPO GERADOR 145/160 kVA
GRUPO GERADOR 310/340 kVA
GRUPO GERADOR 100/110 kVA

Fonte: FGV/IBRE

Podemos, portanto, resumir o cálculo do Custo Horário de Utilização de Equipamentos conforme as expressões na Tabela 09:

Tabela 09: Custo horário de utilização de equipamento

DEPRECIAÇÃO	(VA - R) / N.HTA
MANUTENÇÃO	VA. K / N. HTA
COMBUSTÍVEL, LUBRIFICANTES, FILTROS E GRAXAS	CM. P. CUSTO COMBINADO
MÃO DE OBRA DE OPERAÇÃO	Q . PS . SM . ES
SEGUROS E IMPOSTOS	(N + 1) . VA . 0,025 / 2N.HTA

Fonte: FGV/IBRE

7. MATERIAIS

7. MATERIAIS

Os preços levantados pelo sistema de pesquisa devem atender aos seguintes requisitos:

- Preços que se refiram a condições de pagamento à vista;
- Preços que contenham toda a carga tributária que sobre eles venham a incidir, além do frete;
- Preços preferencialmente pesquisados em produtores, atacadistas ou representantes comerciais de fábricas;
- Preços para fornecimento a grande consumidor, evitando-se o varejo;
- Qualidade compatível com as especificações de materiais do DNIT.

O Volume 2 – Pesquisa de Preços tratará com mais profundidade as metodologias e os tratamentos para a obtenção dos preços referenciais utilizados para a pesquisa de preço dos materiais e equipamentos.

7.1. Compatibilização de Preços Pesquisados

Os preços pesquisados no mercado podem se apresentar em unidades comerciais diferentes das unidades do sistema de custos, tornando-se necessária sua adequada compatibilização. Deve-se sempre pesquisar e considerar a embalagem que permita o menor custo de aquisição do material.

7.2. Preços Locais

A pesquisa de preços dos materiais, particularmente dos agregados em condição comercial e dos insumos mais relevantes na Curva ABC, deve ser obrigatoriamente realizada no local da obra. Ao se realizar as cotações de preços locais dos insumos na ocasião do orçamento da obra devem ser informadas as quantidades previstas em projeto, atentando-se para capacidade de fornecimento dos estabelecimentos.

7.3. Preços Regionais

Os preços dos materiais, para a referência de preços, são coletados nas capitais de todas as unidades da federação. Os estabelecimentos comerciais credenciados para a pesquisa de preços devem comercializar regularmente os materiais pesquisados e se constituírem em fornecedores expressivos para o comércio local.

No caso específico dos agregados (areias e produtos britados), os preços pesquisados referem-se às condições de mercado para preços postos nas capitais. A utilização dos preços comerciais destes insumos deve ser realizada com cuidado face à grande diversidade de preços entre as regiões de uma mesma unidade da federação.

7.4. Escolha do Líder

Considerando o grande número de itens a serem pesquisados, torna-se necessário adotar uma metodologia de pesquisa por família de materiais, previamente cadastrados e organizados em grupos, segundo a sua forma de confecção e o tipo de material.

8. TRANSPORTES

8. TRANSPORTES

As obras de infraestrutura utilizam variados veículos para o transporte de seus materiais e insumos. A escolha do veículo transportador deve sempre ser realizada atentando-se para o menor custo envolvido nestas operações.

O fator econômico também induz, em algumas situações, a utilização de transporte intermodal por meio da combinação de rodovias e ferrovias, principalmente em transportes a longas distâncias, ainda que considerados os custos e as dificuldades advindos de eventuais transbordos.

8.1. Metodologia

Assim como no SICRO, a metodologia estabelece a eliminação da diferenciação entre transporte local e comercial, realizada anteriormente no SICRO2.

Segundo o entendimento atual, o transporte dos materiais pode ser realizado pelo fornecedor, caso em que o preço do insumo será caracterizado como CIF (custo inclui seguro e frete), estando o fornecedor responsável por todos os custos e riscos com a entrega dos materiais no canteiro de obras, ou pela empresa contratada para a execução da obra, caso em que o preço será caracterizado como FOB (livre de frete) e a empresa assumirá todos os riscos e custos com o transporte dos insumos.

Com esta nova metodologia, o fator de eficiência adotado nas composições de momento de transporte passa a ser único e com valor igual a 0,83. Os custos referentes à carga, descarga e manobras devem ser considerados em composições de custos específicas.

Na ocasião do orçamento, quando for possível a identificação das origens e da natureza de aquisição dos insumos (CIF ou FOB), o orçamentista definirá a quem caberá o custeio das operações, incluindo o respectivo custo na planilha de preços apenas quando a atividade de transporte for considerada a cargo do executor.

8.2. Transporte de Insumos

As composições de custos de momento de transporte foram definidas em função dos equipamentos transportadores e das condições de via.

Os tempos fixos de carga, descarga e manobras dos equipamentos transportadores foram apropriados em composições de custos específicas, incluídas nos serviços principais a que se destinam.

A metodologia das composições de custos também inclui indicações sobre os equipamentos transportadores e as quantidades a serem consideradas na parcela de custo do momento de transporte.

8.2.1 Caminhões Basculantes

Os caminhões basculantes, por sua versatilidade, são amplamente utilizados para o transporte de diversos materiais em composições de custos de diferentes fases construtivas de obras. Dentre estes serviços, pode-se destacar o transporte de materiais de brita para lastro.

8.2.2 Caminhão Carroceria com Guindauto

O caminhão carroceria com guindauto é previsto nas composições de custos em fases diversas da obra, como na carga e descarga de trilhos, ferragens e dormentes.

8.2.3 Vagões Ferroviários

Os vagões ferroviários são normalmente utilizados no transporte de brita para lastro, de dormentes, de trilhos, de aparelhos de mudança de via, de elementos de fixação e de outros materiais metálicos e acessórios necessários à superestrutura. Com intuito de permitir a correta apropriação dos custos, o SICFER apresenta composições de custos específicas para transporte de materiais com estes equipamentos.

9. ESTUDOS ESPECIAIS

9. ESTUDOS ESPECIAIS

Os Estudos Especiais foram concebidos para preencher uma lacuna existente no SICFER e são essenciais à sua completa definição.

Esses Estudos Especiais encontram-se divididos em três Tomos, detalhados no Volume 9 deste Manual.

9.1. Canteiro de Obras Ferroviárias

A construção civil, como indústria, particularmente na infraestrutura de transportes, possui características tão próprias, em termos de condição e distribuição geográfica, natureza de serviços, disponibilidade de equipamentos e utilização de recursos humanos, que justificam a concepção, o dimensionamento e o desenvolvimento de canteiros de obras quase exclusivos para cada construção.

Outra característica marcante das obras de infraestrutura de transportes consiste na natureza estacionária de seus insumos (mão de obra, materiais e equipamentos) em relação à obra. Em obras de infraestrutura de transportes, os insumos estão sempre se movendo em sua direção, o que permite que todo o planejamento do canteiro de obras seja realizado em função de cinco dimensões básicas: largura, profundidade, altura, tempo e custos.

O adequado planejamento de um canteiro de obras deve contribuir para minimizar essas dimensões, de forma que os processos ocorram com eficiência, em condições de segurança e conforto.

Em que pesse este caráter de conjunto e de se tratar de um “produto único em local exclusivo”, os canteiros de obras são constituídos por elementos que permitem uma certa padronização. Além disso, diversas normas regulamentadoras têm sido publicadas estabelecendo critérios e dimensões para edificações e áreas operacionais de canteiros de obras, o que contribui para o desenvolvimento de estruturas tipo em função da natureza e do porte dos serviços.

A finalidade deste estudo foi a criação de novas composições de custos de acampamentos padrão, com diferenciação da natureza e do porte do empreendimento.

9.2. Desenvolvimento de Estudos voltados à definição de custos para complementação e inserção de projetos de engenharia e de execução de outros serviços de Engenharia Consultiva

As particularidades do projeto de engenharia ferroviária associadas à escassez de mão de obra qualificada, em consequência das descontinuidades dos investimentos neste modal de transporte, marcam a redução na formação de profissionais técnicos e gestores de projetos ferroviários. O fórum aberto à estas questões corroboram para a construção e consolidação de consenso à volta dos custos e características atribuídas à organização do espaço de trabalho, empenhadas nos serviços de engenharia consultiva. O caráter multidisciplinar conferido ao projeto ferroviário exige, sobretudo, uma constante interação entre as disciplinas percorridas, com a imersão dos profissionais envolvidos e dedicação exclusiva aos objetivos demandados.

A finalidade desse estudo foi desenvolver novas composições de custos, para as atividades de engenharia consultiva, associadas à elaboração dos estudos técnicos e projetos de engenharia, para infra e superestrutura do traçado ferroviário.

9.3. Fator de Interferência de Tráfego Ferroviário

Atualmente as ferrovias estão buscando modernizar e expandir suas linhas, com o objetivo de aumentar a capacidade para uma maior produção. Esses investimentos acontecem na maior parte em vias já em operação, gerando, assim, conflitos no momento da execução da obra naquele local, pois com a operação da via existente a paralisação total dos serviços para obras se torna algo inviável financeiramente para as concessionárias, forçando assim que esses novos investimentos ocorram em paralelo à via em funcionamento.

Com isso, surge a problemática da execução de obras voltadas para investimentos ferroviários com a presença do tráfego ferroviário. Essas obras são denominadas a partir da conceituação de projetos em *Brownfields*, significando que algo novo será incorporado a algo já existente.

A partir disso, foi criada uma metodologia que quantifica a intensidade da interferência do tráfego ferroviário, subdividindo-a em fatores, de forma a serem incluídos nos futuros orçamentos.

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- _____. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes – 1ª Edição – Brasília – 2017.
- _____. **Estradas de Ferro Vol. 1 - Brina, Helvécio Lapertosa Brina.** L.T.C. 1983
- _____. **Via Permanente Aplicada - Steffler, Fábio Steffler.** Guia Teórico e Prático, L.T.C. 2013
- _____. **Técnica e Economia na Via Permanente - Schramm, Gerhard Schramm.** 1977
- _____. **Manual Didático de Ferrovias - Borges, Camilo Borges Neto.** Universidade Federal do Paraná Setor de Tecnologia, Departamento de Transportes, 2012.
- _____. **Via Permanente Ferroviária - Stopatto, Sérgio Stopatto** Conceitos e Aplicações. 1987
- _____. **Superestrutura Ferroviária - Cabral, Afonso Cláudio Benezath Cabral.** CEFETES. – Gerencia de Apoio ao Ensino – coordenadoria de Recursos Didáticos 2005.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. Diretoria de Desenvolvimento Tecnológico. **Coletânea de normas.** Rio de Janeiro, 1994. .
- _____. **Especificações Gerais para Obras Rodoviárias do DNER.** Rio de Janeiro, 1997.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. Diretoria de Desenvolvimento Tecnológico. **Manual de Implantação Básica,** 2ª edição. Rio de Janeiro, 1996.
- _____. EMPRESA DE OBRAS PÚBLICAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. **Catálogo de composição de serviços** - sistema de custos unitários. EMOP - Rio de Janeiro, 1989.
- _____. NABAIS, Rui José da Silva. **Manual Básico de Engenharia ferroviária.** São Paulo, Oficina de Textos, 2014.
- BRASIL, Tribunal de Contas da União. **Acordão 3061/2011.** de 23/11/2011 dispõe sobre os custos de obras de infraestrutura ferroviária.