



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE TRANSPORTES

COMPOSIÇÃO DE CUSTOS PARA OBRAS RODOVIÁRIAS

CURSO: ENGENHARIA CIVIL

DISCIPLINA: TT-048 – INFRAESTRUTURA VIÁRIA

PROFESSORES: Djalma Martins Pereira

Eduardo Ratton

Gilza Fernandes Blasi

Márcia de Andrade `Pereira

Wilson Küster Filho

JUNHO/2010

Sumário

1	INTRODUÇÃO.....	3
2	COMPOSIÇÃO DE CUSTOS UNITÁRIOS DE SERVIÇOS.....	3
2.1	<i>Elaboração da Planilha de Custo Horário de Utilização de Equipamentos.....</i>	<i>4</i>
2.1.1	<i>Custo de Aquisição dos Equipamentos e Veículos.....</i>	<i>4</i>
2.1.2	<i>Vida Útil do Equipamento.....</i>	<i>4</i>
2.1.3	<i>Depreciação.....</i>	<i>10</i>
2.1.4	<i>Custo de Oportunidade do Capital - Juros.....</i>	<i>13</i>
2.1.5	<i>Seguros e Impostos.....</i>	<i>14</i>
2.1.6	<i>Custo de Manutenção.....</i>	<i>15</i>
2.1.7	<i>Custos de Operação.....</i>	<i>17</i>
2.1.8	<i>Custo Horário do Equipamento.....</i>	<i>22</i>
2.1.9	<i>Planilha de Custo Horário de Utilização dos Equipamentos.....</i>	<i>23</i>
2.2	<i>Elaboração da Planilha de Produção das Equipes Mecânicas.....</i>	<i>25</i>
2.2.1	<i>Preenchimento e Cálculo da Planilha de Produção das Equipes Mecânicas.....</i>	<i>25</i>
2.3	<i>Elaboração da Planilha de Cálculo do Custo Unitário dos Serviços.....</i>	<i>30</i>
2.3.1	<i>Preenchimento e Cálculo da Planilha de Custo Unitário dos Serviços.....</i>	<i>34</i>
3	BDI - BENEFÍCIOS E DESPESAS INDIRETAS.....	39
3.1	<i>Considerações Iniciais.....</i>	<i>39</i>
3.2	<i>Metodologia para o Cálculo do BDI.....</i>	<i>40</i>
4	ORÇAMENTO.....	42
4.1	<i>Introdução.....</i>	<i>42</i>
4.2	<i>Método de Preparação de Orçamentos para Projetos.....</i>	<i>42</i>
4.2.1	<i>Estudo Preliminar.....</i>	<i>42</i>
4.2.1.1	<i>Planejamento de Execução da Obra.....</i>	<i>42</i>
4.2.1.2	<i>Inspeção de Campo.....</i>	<i>43</i>
4.2.1.3	<i>Listagem dos Custos Unitários a Compor.....</i>	<i>43</i>
4.2.1.4	<i>Seleção dos Principais Fatores de Produção.....</i>	<i>43</i>
4.2.2	<i>Orçamento Final.....</i>	<i>44</i>
5	EXEMPLOS.....	47
6	BIBLIOGRAFIA.....	79

1 INTRODUÇÃO

A execução de uma obra rodoviária de engenharia pode ser entendida como o somatório de diversas etapas de **serviços**, utilizando-se **equipamentos** e **materiais** específicos, trabalhados de forma racional através de certa quantidade de **mão-de-obra**.

Se conseguirmos subdividir e quantificar cada tarefa ou etapa, considerando a avaliação dos custos dos materiais, equipamentos, mão-de-obra e encargos sociais, estaremos aptos a avaliar o **custo de cada serviço**, individualmente.

Sobre os custos diretos calculados, deve-se adicionar uma **bonificação de despesas indiretas - BDI**, que corresponde aos **custos administrativos, custos financeiros, impostos**, e a própria margem de **lucro** que cada empresa deva perceber pela execução de determinado serviço.

Portanto, a base do orçamento de uma obra reside no conhecimento minucioso do **custo de cada uma de suas etapas** ou serviços, individualmente. Para tal, deve-se conhecer a **composição dos custos unitários** de cada serviço.

2 COMPOSIÇÃO DE CUSTOS UNITÁRIOS DE SERVIÇOS

Para a elaboração da composição do custo unitário de qualquer serviço de engenharia, notadamente aos que se referem à execução de obras viárias, é necessário que se conheça basicamente o seguinte:

- a) a composição dos custos de utilização dos equipamentos envolvidos na execução da tarefa (**Planilha de Custo Horário de Utilização dos Equipamentos**);
- b) a composição ou dimensionamento de cada equipe mecânica formada para execução do serviço, sua produção horária na unidade da composição do custo unitário do serviço que se pretende avaliar e os percentuais produtivos e improdutivos de utilização dos equipamentos envolvidos (**Planilha de Produção da Equipe Mecânica**);
- c) o custo de aquisição dos materiais básicos envolvidos na execução dos serviços;
- d) os custos da mão-de-obra envolvida, com respectiva escala salarial, e os correspondentes encargos sociais da categoria;
- e) os custos unitários dos transportes, seja local, comercial, ou específico tal como o transporte de material asfáltico;
- f) elaboração da **Planilha de Custo Unitário do Serviço**.

2.1 Elaboração da Planilha de Custo Horário de Utilização de Equipamentos

O custo horário de utilização do equipamento é o custo que decorre da posse ou uso do equipamento, medido no intervalo de 1(uma) hora e para a quantificação do seu custo horário, é necessário que se estabeleçam os seguintes itens:

- a) o custo de aquisição do equipamento;
- b) a vida útil em anos (tempo de amortização);
- c) horas trabalhadas por ano;
- d) depreciação;
- e) juros;
- f) custo de manutenção;
- g) custos de operação (material + mão-de-obra);
- h) custos horários produtivos e improdutivos.

2.1.1 Custo de Aquisição dos Equipamentos e Veículos

É definido em função de pesquisa de mercado, a partir da qual elabora-se uma planilha denominada **PLANILHA DE CUSTOS DE AQUISIÇÃO DE EQUIPAMENTOS**, na qual devem figurar o código do veículo, a denominação do equipamento, a potência (em HP ou kW), a vida útil (em anos) o número de horas trabalhadas por ano (catálogo do fabricante) e o custo de aquisição.

Esta pesquisa deve ser feita de forma a ser obter:

- a) Valor de aquisição do equipamento;
- b) Incidência de impostos (ICMS e IPI) e despesas de transporte (frete), embalagem e eventualmente de importação.

2.1.2 Vida Útil do Equipamento

É definido como sendo o período de tempo iniciado no momento de sua aquisição e início de funcionamento, até a data de sua retirada de serviço. Este conceito é meramente econômico e pode ser entendido como o período entre o início de sua operação (em número de anos) até o momento em que o custo de reparos para mantê-lo em condições de funcionamento torna-se maior que o valor residual do equipamento.

A vida útil varia conforme o tipo de equipamento e quanto às condições de serviço (Leve, Média e Pesada – *Quadro 2.1*). Os valores sugeridos pelos fabricantes e adotados pelo DNIT encontram-se na *Tabela 2.1* a seguir.

Quadro 2.1: Condições de Serviço

Condições de Trabalho		
<u>Condições leves</u>	<u>Condições médias</u>	<u>Condições pesadas</u>
<p>Para escavação e carga</p> <ul style="list-style-type: none"> • camada de solo superficial • materiais de baixa densidade • argila com baixo teor de umidade • material retirado de pilhas • operação de lâmina em aterro solto • reboque de “scrapers” (trator de esteira) • espalhamento e nivelamento de materiais • valetamento em solo leve até 2m de profundidade (retro-escavadeira) <p>Para transporte</p> <ul style="list-style-type: none"> • superfícies com apoio total as sapatas e baixo teor de areia. • superfícies firmes, sem material solto. • superfícies conservadas por motoniveladoras • estradas de curvas moderadas • resistência ao rolamento menor que 4% (*) <p>(*) Rr - Resistência ao rolamento</p> $Rr = \frac{\text{Kg de força necessário}}{\text{peso do veículo}}$	<p>Para escavação e carga</p> <ul style="list-style-type: none"> • argila arenosa • argila com alguma umidade • mistura de solos diferentes como areia e cascalho fino • produção de aterros (trator de esteiras) • carregamento em rocha bem fragmentada • valetamento em solo médio a pesado até 3,00m de profundidade • escavação em barranco de material facilmente penetrável • material bem escarificado • desmatamentos • unidades carregando em terreno nivelado (“scrapers”) <p>Para transporte</p> <ul style="list-style-type: none"> • distâncias irregulares(longas e curtas) • aclives e declives constantes • resistência ao rolamento entre 4% a 7% • pouca patinação do material rodante. 	<p>Para escavação e carga</p> <ul style="list-style-type: none"> • pedras frequentes ou afloramento de rochas • cascalho grosso (sem finos) • escarificação pesada em rocha. • trabalho em pedreiras • carregamento contínuo em solos compactados como xisto argiloso, cascalho consolidado, etc. • valetamento em profundidades superiores a 3m. • carregamento em rocha escarificada (para “scrapers”) • restrições constantes no comprimento ou largura, de operação. <p>Para transporte</p> <ul style="list-style-type: none"> • deslocamento contínuo em terreno rochoso • piso úmido ou irregular • frequentes aclives • piso de areia frouxa e seca sem aglutinante • resistência ao rolamento maior que 7% • piso em pedras soltas e lamelares.

Tabela 2.1 – Potência, Tipo de Combustível, Vida Útil e Horas Trabalhadas por Ano de Equipamentos

Cód.	Cond. de trab.	Descrição	Pot. (kW)	Tipo de comb.	VU (anos)	HTA (h/a)
E001	L	Trator de esteira c/ lâmina	82	D	6,00	2.000
	M	Trator de esteira c/ lâmina	82	D	5,00	2.000
	P	Trator de esteira c/ lâmina	82	D	4,00	2.000
E002	L	Trator de esteira c/ lâmina	104	D	6,00	2.000
	M	Trator de esteira c/ lâmina	104	D	5,00	2.000
	P	Trator de esteira c/ lâmina	104	D	4,00	2.000
E003	L	Trator de esteira c/ lâmina	228	D	11,00	2.000
	M	Trator de esteira c/ lâmina	228	D	9,00	2.000
	P	Trator de esteira c/ lâmina	228	D	7,50	2.000
E005	L	Motoscraper	246	D	11,00	2.000
	M	Motoscraper	246	D	8,50	2.000
	P	Motoscraper	246	D	6,00	2.000
E006	L	Motoniveladora (105 a 130hp)	104	D	10,00	2.000
	M	Motoniveladora (105 a 130hp)	104	D	7,50	2.000
	P	Motoniveladora (105 a 130hp)	104	D	6,00	2.000
E007		Trator agrícola (de pneus)	77	D	8,00	1.250
E009	L	Carregadeira de pneus 1,72m ³	78	D	6,00	2.000
	M	Carregadeira de pneus 1,72m ³	78	D	5,00	2.000
	P	Carregadeira de pneus 1,72m ³	78	D	4,00	2.000
E010	L	Carregadeira de pneus 3,1m ³	127	D	6,00	2.000
	M	Carregadeira de pneus 3,1m ³	127	D	5,00	2.000
	P	Carregadeira de pneus 3,1m ³	127	D	4,00	2.000
E011	L	Retroescavadeira	57	D	6,00	2.000
	M	Retroescavadeira	57	D	5,00	2.000
	P	Retroescavadeira	57	D	4,00	2.000
E013		Rolo Pé-de-carneiro autopropulsor 11,25t (vibratório)	85	D	6,00	1.750
E014	L	Trator de esteira c/ escarificador	228	D	11,00	2.000
	M	Trator de esteira c/ escarificador	228	D	9,00	2.000
	P	Trator de esteira c/ escarificador	228	D	7,50	2.000
E015	L	Motoniveladora (150 a 180hp)	138	D	10,00	2.000
	M	Motoniveladora (150 a 180hp)	138	D	7,50	2.000
	P	Motoniveladora (150 a 180hp)	138	D	6,00	2.000
E016	L	Carregadeira de pneus 1,33m ³	79	D	6,00	2.000
	M	Carregadeira de pneus 1,33m ³	79	D	5,00	2.000
	P	Carregadeira de pneus 1,33m ³	79	D	4,00	2.000
E055		Rolo compactador pé-de-carneiro vibratório	80	D	6,00	1.750
E056		Rolo compactador pé-de-carneiro "tamping"	156	D	6,80	1.750
E062	L	Escavadeira hidráulica de esteiras	166	D	7,00	2.000
	M	Escavadeira hidráulica de esteiras	166	D	5,00	2.000
	P	Escavadeira hidráulica de esteiras	166	D	4,00	2.000

cont. Tabela 2.1 – Potência, Tipo de Combustível, Vida Útil e Horas Trabalhadas por Ano de Equipamentos

Cód.	Cond. de trab.	Descrição	Pot. (kW)	Tipo de comb.	VU (anos)	HTA (h/a)
E063		Escavadeira hidráulica, esteira, cap 600l p/ longo alcance	96	D	5,00	2.000
E065		Draga de sucção para extração de areia	100	D	5,00	2.000
E066		Chata para 25m ³ com rebocador	100	D	5,00	2.000
E101		Grade de disco 24X24	-		10,00	1.000
E102		Rolo compactador Tandem, vibratório autopropulsor de 10,9t	112	D	6,00	1.750
E103		Rolo compactador liso vibratório, autopropulsor 11,6t	108	D	6,00	1.750
E104		Rolo compactador liso vibratório autopropulsor. 7,2 Tandem	57	D	6,00	1.750
E105		Rolo compactador. de pneus autopropulsor 21t	97	D	6,80	1.750
E106		Usina misturadora solo 350 / 600t/h	99	E	8,00	1.750
E107		Vassoura mecânica rebocável			10,00	1.000
E108		Distribuidor de agregados rebocável			10,00	1.250
E109		Distribuidor de agregados autopropulsor	40	D	8,00	1.750
E110		Tanque estocagem de asfalto de 20 000l			8,00	2.500
E111		Distribuidor de asfalto em caminhão	150	D	10,00	1.250
E112		Aquecedor de fluido térmico	8	E	8,00	2.500
E113		Usina de asfalto a quente 40 / 60t/ h	128	E	8,00	1.750
E114		Vibro-acabadora de asfalto sobre pneus	20	D	8,00	1.750
E115		Usina pré-misturadora a frio 60 / 100t/ h	43	E	8,00	1.750
E116		Usina pré - misturadora a frio 30 / 60t/ h	20	E	8,00	1.750
E117		Rolo estático Tandem autopropulsor a 9t	43	D	6,80	1.750
E118		Rolo Tandem vibratório 1,6t	10	D	6,00	1.750
E119		Rolo compactador de pneus estático autopropelido. de 23t	83	D	6,80	1.750
E121		Rolo compactador liso vibratório 6,6t	59	D	6,00	1.750
E122		Distribuidor de lama asfáltica montado em caminhão	170	D	5,30	2.000
E123		Caldeira de asfalto rebocável 600l	1	E	10,00	1.250
E124		Usina de asfalto a quente 100/140t/h	260	E	8,00	1.750
E126		Fresadora a frio	105	D	5,00	1.200
E127		Fresadora a frio	297	D	5,00	1.200
E138		Estabilizadora e recicladora a frio	250	D	8,00	1.250
E139		Rolo compactador liso autopropulsor vibratório	85	D	6,00	1.750
E142		Rolo compactador de pneus	74	D	6,80	1.750
E147		Usina de asfalto 90/120 t/h com filtro de manga	188	E	8,00	1.750
E149		Vibro-acabadora para asfalto sobre esteiras	74	D	8,00	1.750
E151		Rolo compactador estático	70	D	6,80	1.750
E156		Carregadeira compacta de pneus	45	D	5,00	2.000
E160		Fressadora e distribuidora de solos p/ regular sub-leito	243	D	5,00	2.000
E161		Equipamento distribuidor de LARC (Microflex) com cavalo mecânico	274	D	12,00	1.000
E201		Compressor de ar 250pcm	59	D	7,00	1.750
E202		Compressor de ar 350pcm	83	D	7,00	1.750
E203		Compressor de ar 764pcm	200	D	7,00	1.750
E204		Perfuratriz manual			6,00	1.750
E205		Perfuratriz sobre esteira "Crawler-Drill"			6,00	1.750
E206		Conjunto de britagem 30 m ³ /h	74	E	8,00	1.750
E207		Conjunto de britagem 9 / 20 m ³ /h	23	E	8,00	1.750
E208		Compressor de ar 180pcm	59	D	7,00	1.750
E209		Martelete rompedor de 28kg			6,00	1.750
E210		Martelete rompedor de 33kg			6,00	1.750
E211		Compressor de ar p/ pintura com filtro	2	E	6,00	1.750
E223		Compressor de ar portátil 375pcm	87	D	7,00	1.750
E225		Conjunto de britagem 80m ³ /h	292	E	8,00	1.750
E226		Conjunto de britagem para produção de rachão	73	E	8,00	1.750
E301		Betoneira de 320l - diesel	7	D	6,00	1.750
E302		Betoneira de 320l - elétrica	4	E	6,00	1.750
E303		Betoneira de 750l - elétrica	9	E	6,00	1.750

cont. Tabela 2.1 – Potência, Tipo de Combustível, Vida Útil e Horas Trabalhadas por Ano de Equipamentos

Cód.	Cond. de trab.	Descrição	Pot. (kW)	Tipo de comb.	VU (anos)	HTA (h/a)
E304		Carrinho de mão 80l			1,00	1.000
E305		Gerica A-15			1,00	1.000
E306		Vibrador de imersão para concreto	2	E	7,00	1.000
E307		Fábrica de tubos de concreto D=20cm	2	E	5,00	1.200
E308		Fábrica de tubos de concreto D=30cm	2	E	5,00	1.200
E309		Fábrica de tubos de concreto D=40cm	2	E	5,00	1.200
E310		Fábrica de tubos de concreto D=60cm	2	E	5,00	1.200
E311		Fábrica de tubos de concreto D=80cm	2	E	5,00	1.200
E312		Fábrica de tubos de concreto D=100cm	2	E	5,00	1.200
E313		Fábrica de tubos de concreto D=120cm	2	E	5,00	1.200
E314		Fábrica de tubos de concreto D=150cm	2	E	5,00	1.200
E316		Instalação completa p/ fabricação de mourão	2	E	5,00	1.200
E317		Instalação completa p/ fabricação de balizador	2	E	5,00	1.200
E318		Instalação completa p/ fabricação de guarda-corpo	2	E	5,00	1.200
E323		Central de concreto 30m ³ /h c/ silo p/ cimento (dosadora)	25	E	10,00	1.500
E330		Espalhadora de concreto	172	D	8,00	1.250
E331		Acabadora de concreto com forma deslizante	172	D	8,00	1.250
E332		Texturizadora e lançadora c/ estação meteorológica	57	D	8,00	1.250
E333		Serra de disco diamantado para junta	47	G	8,00	1.250
E334		Seladora de juntas	6	G	8,00	1.250
E335		Central de concreto de 270m ³ /h	149	E	10,00	1.500
E337		Régua vibratória de 4,25m	1	E	8,00	1.250
E338		Máquina p/serrar juntas	6	E	5,00	2.000
E339		Instalação fábrica de pré-moldados para pavimentação	2	E	10,00	1.200
E340		Jateadora de areia			5,00	1.200
E343		Betoneira 580 l	10	G	6,00	1.750
E400	L	Caminhão basculante 5m ³ (8,8t)-	125	D	6,00	2.000
	M	Caminhão basculante 5 m ³ (8,8t)-	125	D	5,30	2.000
	P	Caminhão basculante 5 m ³ (8,8t)-	125	D	4,00	2.000
E402	L	Caminhão carroceria de madeira 15t	170	D	6,50	2.000
	M	Caminhão carroceria de madeira 15t	170	D	5,80	2.000
	P	Caminhão carroceria de madeira 15t	170	D	5,00	2.000
E403	L	Caminhão basculante 6 m ³ (10,5t)	150	D	6,00	2.000
	M	Caminhão basculante 6 m ³ (10,5t)	150	D	5,30	2.000
	P	Caminhão basculante 6 m ³ (10,5t)	150	D	4,00	2.000
E404	L	Caminhão basculante 10m ³ (15t)	170	D	6,00	2.000
	M	Caminhão basculante 10m ³ (15t)	170	D	5,30	2.000
	P	Caminhão basculante 10m ³ (15t)	170	D	4,00	2.000
E405	L	Caminhão basculante p/ rocha 8m ³ (13 t)	170	D	6,00	2.000
	M	Caminhão basculante p/ rocha 8m ³ (13 t)	170	D	5,30	2.000
	P	Caminhão basculante p/ rocha 8m ³ (13 t)	170	D	4,00	2.000
E406	L	Caminhão tanque 6.000l	150	D	6,50	2.000
	M	Caminhão tanque 6.000l	150	D	5,80	2.000
	P	Caminhão tanque 6.000l	150	D	5,00	2.000
E407	L	Caminhão tanque 10.000l	170	D	6,50	2.000
	M	Caminhão tanque 10.000l	170	D	5,30	2.000
	P	Caminhão tanque 10.000l	170	D	5,00	2.000
E408	L	Caminhão carroceria fixa 4t	80	D	6,50	2.000
	M	Caminhão carroceria fixa 4t	80	D	5,80	2.000

cont. Tabela 2.1 – Potência, Tipo de Combustível, Vida Útil e Horas Trabalhadas por Ano de Equipamentos

Cód.	Cond. de trab.	Descrição	Pot. (kW)	Tipo de comb.	VU (anos)	HTA (h/a)
	P	Caminhão carroceria fixa 4t	80	D	5,00	2.000
E409	L	Caminhão carroceria fixa 9t	150	D	6,50	2.000
	M	Caminhão carroceria fixa 9t	150	D	5,80	2.000
	P	Caminhão carroceria fixa 9t	150	D	5,00	2.000
E410	L	Caminhão basculante 4m ³ (7,1t)	112	D	6,00	2.000
	M	Caminhão basculante 4m ³ (7,1t)	112	D	5,30	2.000
	P	Caminhão basculante 4m ³ (7,1t)	112	D	4,00	2.000
E411		Cavalo mecânico c/ reboque 29,5t	265	D	12,00	1.000
E412		Veículo leve automóvel até 100hp	38	G	5,00	1.500
E416		Veículo leve Pick up	97	D	5,00	2.000
E421	L	Caminhão tanque 13.000l	170	D	6,00	2.000
	M	Caminhão tanque 13.000l	170	D	5,30	2.000
	P	Caminhão tanque 13.000l	170	D	4,00	2.000
E422	L	Caminhão tanque 8.000l	150	D	6,50	2.000
	M	Caminhão tanque 8.000l	150	D	5,80	2.000
	P	Caminhão tanque 8.000l	150	D	5,00	2.000
E427	L	Caminhão betoneira 5m ³ (11,5t)	160	D	6,00	2.000
	M	Caminhão betoneira 5m ³ (11,5t)	160	D	5,30	2.000
	P	Caminhão betoneira 5m ³ (11,5t)	160	D	4,00	2.000
E432	L	Caminhão basculante 14m ³ (20t)	279	D	6,00	2.000
	M	Caminhão basculante 14m ³ (20t)	279	D	5,30	2.000
	P	Caminhão basculante 14m ³ (20t)	279	D	4,00	2.000
E433	L	Caminhão basculante p/ rocha 12m ³ (18t)	279	D	6,00	2.000
	M	Caminhão basculante p/ rocha 12m ³ (18t)	279	D	5,30	2.000
	P	Caminhão basculante p/ rocha 12m ³ (18t)	279	D	4,00	2.000
E434	L	Caminhão carroceria c/ equipamento guindauto 6x1, cap 7t	150	D	6,50	2.000
	M	Caminhão carroceria c/ equipamento guindauto 6x1, cap 7t	150	D	5,80	2.000
	P	Caminhão carroceria c/ equipamento guindauto 6x1, cap 7t	150	D	5,00	2.000
E501		Grupo gerador 40KVA	32	D	7,00	2.000
E502		Grupo gerador 140KVA	120	D	7,00	2.000
E503		Grupo gerador 180KVA	144	D	7,00	2.000
E504		Grupo gerador 292KVA	212	D	7,00	2.000
E505		Grupo gerador 9/10KVA	10	D	7,00	2.000
E507		Grupo gerador 80KVA	88	D	7,00	2.000
E508		Grupo gerador 2,5 a 3KVA	3	D	7,00	2.000
E509		Grupo gerador 25KVA	15	D	7,00	2.000
E601		Trator de pneus c / roçadeira	77	D	8,00	1.250
E602		Micro trator com roçadeira	10	D	6,00	1.000
E603		Roçadeira mecânica	2	D	3,00	400
E901		Campânula de ar comprimido (3m ³)	-		11,00	1.250
E902		Bate estaca de gravidade 500kg	17	D	10,00	1.500
E903		Bate estaca de gravidade 3000kg	160	D	10,00	1.500
E904		Serra circular de 8"	4	E	8,00	2.000
E905		Talha guincho manual para 4t			11,00	1.250
E906		Soquete vibratório	2	G	9,00	1.000

cont. Tabela 2.1 – Potência, Tipo de Combustível, Vida Útil e Horas Trabalhadas por Ano de Equipamentos

Cód.	Cond. de trab.	Descrição	Pot. (kW)	Tipo de comb.	VU (anos)	HTA (h/a)
E907		Conjunto Moto-Bomba	11	G	8,00	1.250
E908		Máquina Demarcadora de faixas autopropelida	44	D	10,00	1.250
E909		Equipamento p/ hidrossemeadura (5.500l)	125	D	5,30	2.000
E910		Esmerilhadeira de disco	2	E	8,00	1.250
E911		Tripé/sonda c/ motor	22	D	5,00	2.000
E912		Furadeira elétrica de impacto	1	E	8,00	1.250
E914		Placa vibratória c/ motor a diesel	3	D	10,00	1.000
E915		Equipamento p/ varred. e aspiração (montado em caminhão)	150	D	5,80	2.000
E916		Moto serra	4	G	3,00	400
E917		Máquina para corte de chapa	4	E	7,00	2.000
E918		Prensa excêntrica	1	E	7,00	2.000
E919		Guilhotina 8t	3	E	7,00	2.000
E920		Máquina p/pintura de faixa a quente	22	D	10,00	1.250
E921		Máquina para pintura (fusor)	10	D	5,00	1.500
E922		Martelo perfurador/ rompedor	1	E	8,00	1.250
E923		Lixadeira	2	E	8,00	1.250
E924		Transformador de solda	8	E	7,00	2.000
E925		Aplicador de material termoplástico por extrusão	4	D	10,00	1.250

2.1.3 Depreciação

Conceitualmente a depreciação de um equipamento é devida a três fatores:

Depreciação física: perda de valor de mercado devido ao desgaste, não somente devido ao uso como também devido as intempéries.

Depreciação econômica: perda de valor decorrente do decréscimo da capacidade de produção do equipamento devido a exaustão física ou da obsolescência do mesmo.

Depreciação contábil: corresponde a uma estimativa da perda do valor sofrido pelo equipamento para fins de registro contábil..

De qualquer forma, a depreciação pode ser resumida como sendo a perda do valor venal de um equipamento ao longo do tempo.

O DNIT utiliza o método linear (ou da linha reta) para o cálculo do valor horário da depreciação, conforme a seguinte expressão:

$$CD = \frac{VA - R}{n.HTA}$$

onde,

CD = custo de depreciação horária (em R\$/h)

VA = valor de aquisição do equipamento (em R\$)

R = valor residual do equipamento (em R\$) = $\frac{VA \cdot r(\%)}{100}$ $r(\%) =$ (Tabela 2.2);

n = vida útil (em anos), Tabela 2.1;

HTA = número de horas trabalhadas por ano, Tabela 2.1;

Obs.: Valor Residual do Equipamento (R): valor de venda do equipamento ao final de sua vida útil. Os percentuais - r - de valores de aquisição (VA) para representar o valor residual - R - dos equipamentos são os constantes da Tabela 2.2.

Tabela 2.2 – Percentuais de Valores de Aquisição para Representar o Valor Residual dos Equipamentos (r%)

TIPO DE EQUIPAMENTO	VALOR RESIDUAL (%)	TIPO DE EQUIPAMENTO	VALOR RESIDUAL (%)
Acabadora de concreto com forma deslizante	10,0	Martelete rompedor 28 a 33kg	5,0
Aplicador de mat.termoplástico por extrusão	15,0	Martelo perfurador rompedor	5,0
Aquecedor de fluido térmico	10,0	Microtrator com roçadeira	20,0
Aquecedor de material termoplástico	15,0	Moto-serra	5,0
Bate estacas de gravidade	15,0	Motoniveladora	20,0
Betoneira	10,0	Motoscraper	15,0
Caldeira de asfalto rebocável	10,0	Perfuratriz de esteira "Crawler-drill" -	5,0
Caminhão basculante	20,0	Perfuratriz manual	5,0
Caminhão basculante para rocha	20,0	Placa vibratória com motor diesel	5,0
Caminhão betoneira	20,0	Prensa excêntrica	15,0
Caminhão carroceria de madeira	20,0		
Caminhão tanque	20,0	Régua vibratória	5,0
Campânula de ar comprimido	10,0	Retroescavadeira	20,0
Carregadeira de pneus	20,0	Roçadeira em trator de pneus	20,0
Carrinho de mão	5,0	Roçadeira mecânica	5,0
Cavalo-mecânico com reboque	20,0	Rolo autopropulsor vibratório	10,0
Central de concreto	10,0	Rolo compactador de pneus autopropulsor	15,0
Chata 25m ² c/rebocador	15,0	Rolo compactador estático	15,0
Compressor de ar	15,0	Rolo compactador pé-de-carneiro "tamping"	15,0
Compressor de ar para pintura com filtro	15,0	Rolo compactador pé-de-carneiro vibratório	10,0
Conjunto de britagem	10,0	Rolo estático de pneus autopropulsor	15,0
Conjunto moto bomba	5,0	Rolo Tandem estático	15,0
Distribuidor de agregados	10,0	Rolo Tandem vibratório	10,0
Distribuidor de asfalto em caminhão	20,0	Seladora de juntas	10,0
Distribuidor de lama asfáltica montado em caminhão	20,0	Serra circular	5,0
Equipamento distribuidor de LARC (Microflex)	20,0	Serra de juntas	10,0
Draga de sucção para extração de areia	15,0	Serra de disco diamantada para junta	10,0
Equipamento. para hidrosemeadura	20,0	Soquete vibratório	5,0
Escavadeira hidráulica	20,0	Talha de guincho manual	5,0
Esmerilhadeira de disco	5,0	Tanque de estocagem de asfalto	10,0
Espalhadora de concreto	10,0	Texturizadora e lançadora c/estação meteorológica	10,0
Estabilizadora e recicladora a frio	20,0	Transformador de solda	5,0
Fábrica de pré-moldados - guarda-corpo	10,0	Trator "uniloader" com vassoura	20,0
Fábrica de pré-moldados - mourão	10,0	Trator agrícola (de pneus)	20,0
Fábrica de pré-moldados para pavimentação	10,0	Tratores de esteira acima de 200 kW	15,0
Fábrica de tubos de concreto	10,0	Máquina p/pintura de faixa a quente	15,00
Fábrica de pré-moldados - balizador	10,0	Tratores de esteira até 200 kW	20,0
Fresadora a frio	20,0	Tripé / Sonda com motor	10,0
Fresadora de solos	20,0	Usina de asfalto a quente	10,0
Furadeira elétrica de impacto	5,0	Usina misturadora de solos	10,0
Fusor	15,0	Usina pré-misturado a frio	10,0
Gerica	5,0	Vassoura mecânica para varredura com aspirador	20,0
Grade de disco	5,0	Vassoura mecânica rebocável	10,0
Grupo gerador	15,0	Veículo leve "Pick-up" (caminhonete)	25,0
Guilhotina	15,0	Veículo leves - automóvel até 100hp	25,0

2.1.4 Custo de Oportunidade do Capital - Juros

Dentre os diferentes itens tradicionais 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 num negócio específico, seu capital próprio ou o capital captado de terceiros.

No que diz respeito aos juros relativos ao capital aplicado em equipamentos, existem duas alternativas de imputação:

- a) tradicionalmente, onde eles são imputados diretamente no cálculo do custo horário do equipamento;
- b) ou computar seu valor agregado ao resultado da operação global, ou seja, remetê-los ao BDI – Bonificação e Despesas Indiretas (*item 3.0*), onde a margem de lucro prevista é que deve remunerar o custo do capital investido em equipamento de construção.

A taxa de juros assinalada deverá incidir sobre o valor médio do investimento (**Vm**) em equipamento, durante sua vida útil (**n**), que é fornecido pela fórmula:

$$Vm = \frac{[(n+1) \times VA]}{2.n}$$

Obtendo-se o valor horário dos juros (**CJ**) pela expressão:

$$CJ = \frac{Vm \cdot i}{HTA}$$

Onde:

CJ = custo horário dos juros (em R\$/h)

VA = valor de aquisição do equipamento (em R\$)

i = taxa de juros anual;

HTA = horas trabalhadas por ano, *Tabela 2.1*;

Vm = Valor médio do equipamento:

n = vida útil em anos, *Tabela 2.1*;

Portanto, deve-se avaliar o custo horário de depreciação (CD) e o custo horário dos juros do capital investido (CJ), separadamente.

2.1.5 Seguros e Impostos

Para complementar o custo de propriedade, resta considerar os custos oriundos de impostos e seguros. Devido ao alto custo envolvido, os grandes frotistas de equipamentos não fazem seguro de todos seus equipamentos em companhias seguradoras, a não ser em casos especiais.

Eles próprios bancam os riscos, representados principalmente por avarias, já que os roubos de equipamentos de maior porte são raros. Já com relação aos veículos o procedimento é distinto. A percentagem dos que são segurados tende a crescer, mas é muito variável de empresa para empresa. Considera-se, a título de Seguros e Impostos, somente o IPVA e o Seguro Obrigatório necessário para a regularização do veículo.

O IPVA, (Imposto de Propriedade de Veículos Auto Motores), imposto estadual relativo a licenciamento de veículos varia com a idade do mesmo, segundo regras próprias para cada Estado, além do Seguro Obrigatório, ligado a ele, seriam os únicos valores a serem considerados nessa rubrica, totalizando incidência total de 2,5% sobre o investimento médio em veículos. Seu valor é calculado pela aplicação da seguinte fórmula:

$$IS = \frac{(n + 1) \cdot VA \times 0,025}{2 \cdot n \cdot HTA}$$

IS = custo horário relativo a Impostos e Seguros (somente para os veículos)

VA = valor de aquisição do veículo

HTA = quantidade de horas de trabalho por ano, Tabela 2.1;

n = vida útil, Tabela 2.1;

0,025 = taxa média sugerida.

Obs: Esta parcela de IS não está sendo considerada na composição do Custo Horário de Utilização dos Equipamentos apresentada nesta apostila

2.1.6 Custo de Manutenção

Denomina-se manutenção o conjunto de operações que são necessárias para manter um equipamento em perfeitas condições de uso.

Estes custos englobam:

- a) reparos em geral, incluindo materiais, peças e acessórios de reposição, gastos de oficina e mão-de-obra necessária, com seus respectivos encargos sociais;
- b) reapertos, regulagens, limpeza, pintura, lavagem e outros custos;
- c) material rodante, pneus, câmeras de ar, lâminas, cantos, parafusos, correias, esteiras, rodas motrizes e demais peças de desgaste efetivo durante a operação.

A quantificação destes custos é bastante variada e, portanto, adota-se um método aproximado que vincula as reservas destinadas à manutenção com o custo de aquisição do equipamento.

Portanto, o custo horário de manutenção dos equipamentos pode ser determinado pela seguinte expressão:

$$CM = \frac{VA \cdot K}{n \cdot HTA}$$

Onde,

CM = custo horário de manutenção

VA = valor de aquisição do equipamento

n = vida útil (em anos), *Tabela 2.1*;

HTA = horas trabalhadas por ano, *Tabela 2.1*;

K = coeficiente de proporcionalidade, *Tabela 2.3*;

Tabela 2.3 – Coeficientes de Proporcionalidade para Manutenção (K)

TIPO DE EQUIPAMENTO	Coef. K	TIPO DE EQUIPAMENTO	Coef. K
Acabadora de concreto com forma deslizante	0,70	Máquina universal para corte de chapa	0,60
Aplicador de material termoplástico por extrusão	0,80	Martelete rompedor 28 a 33kg	0,80
Aquecedor de fluido térmico	0,60	Martelo perfurador rompedor	0,50
Bate estacas de gravidade	0,80	Microtrator com roçadeira	0,80
Betoneira	0,60	Moto-serra	0,90
Caldeira de asfalto rebocável	0,30	Motoniveladora	0,90
Caminhão basculante	0,90	Motoscraper	0,90
Caminhão basculante para rocha	0,90	Perfuratriz de esteira "Crawler-drill" -	0,80
Caminhão betoneira	0,90	Perfuratriz manual	0,80
Caminhão carroceria	0,80	Placa vibratória com motor diesel	0,50
Caminhão tanque	0,80	Prensa excêntrica	0,50
Campânula de ar comprimido	0,50	Régua vibratória	0,70
Carregadeira de pneus	0,70	Retroescavadeira	0,70
Carregadeira de pneus c/ vassoura	0,70	Roçadeira em trator de pneus	0,70
Carrinho de mão	0,50	Roçadeira em micro-tractor	0,80
Cavalo-mecânico com reboque	0,90	Roçadeira mecânica	0,80
Central de concreto	0,70	Rolo compactador autopropulsor vibratório	0,80
Chata 25m ³ com rebocador	0,80	Rolo compactador de pneus autopropulsor	0,70
Compressor de ar	0,80	Rolo compactador estático de pneus	0,70
Compressor de ar para pintura com filtro	0,80	Rolo compactador pé-de-carneiro "tamping"	0,70
Conjunto de britagem	0,60	Rolo compactador pé-de-carneiro auto-vib.	0,80
Conjunto moto bomba	0,50	Rolo tandem estático	0,70
Distribuidor de agregados autopropulsor	0,70	Rolo tandem vibratório	0,80
Distribuidor de agregados rebocável	0,50	Seladora de juntas	0,70
Distribuidor de asfalto em caminhão	0,80	Serra de juntas	0,70
Draga de sucção para extração de areia		Serra circular	0,50
Equip. distr. de LARC (Microflex) c/ cav. mec.	0,80	Serra de disco diamantada para junta	0,70
Equip. distribuidor de lama asfáltica em caminhão	0,90	Soquete vibratório	0,80
Equipamento para hidrosemeadura	0,80	Talha de guincho	0,50
Escavadeira hidráulica	0,90	Tanque de estocagem de asfalto	0,50
Esmerilhadeira de disco	0,70	Texturizadora e lançadora c/estação meteorológica	0,70
Espalhadora de concreto	0,50	Transformador de solda	0,50
Estabilizadora e recicladora a frio	0,70	Trator agrícola (de pneus)	0,70
Fábrica de pré-moldados - balizador	1,00	Tratores de esteira acima de 200 kW	1,00
Fábrica de pré-moldados - mourão		Tratores de esteira até 200 kW	0,80
Fábrica de pré-moldados - guarda -corpo	0,60	Tripé / Sonda com motor	0,80
Fábrica de pré-moldados para pavimentação	0,60	Usina de asfalto a quente	0,90
Fábrica de tubos de concreto	0,60	Usina misturadora de solos	0,70
Fresadora	1,00	Usina pré-misturado a frio	0,70
Furadeira elétrica de impacto	0,50	Vassoura mecânica para varredura com aspirador	0,80
Fusor	0,80	Vassoura mecânica rebocável	0,60
Gerica	0,50	Veículo leve "Pick-up" (caminhonete)	0,80
Grade de disco	0,60		
Grupo gerador	0,50	Veículo leves - automóvel até 100hp	0,80
Guilhotina	0,60	Vibrador para concreto de imersão	0,50
Jateadora de areia	0,90	Vibro-acabadora de asfalto	0,90
Lixadeira	0,50		
Máquina p/pintura demarcação de faixas autopr.	0,80		
Máquina para pintura de faixa a quente	0,80		

2.1.7 Custos de Operação

São os custos decorrentes da utilização do equipamento, portanto, necessários para o funcionamento e operação dos mesmos, ou seja: materiais e mão-de-obra necessários para a operação.

A - Materiais Previstos para a Operação dos Equipamentos

Como os custos das peças trabalhantes já foram previstos nos custos de manutenção, aqui são arrolados apenas os seguintes materiais:

- combustíveis;
- óleo lubrificante do carter;
- óleos lubrificantes para sistema, hidráulico, transmissão e comandos finais;
- graxa;
- filtros para combustíveis e lubrificantes.

A quantificação destes gastos é baseada em dados médios de consumos horários de combustíveis e lubrificantes, fornecidos por ábacos e tabelas próprias e nas proporções entre os preços dos materiais e potência do equipamento, resultando os seguintes critérios para a determinação do *custo horário de materiais para operação*:

a) equipamento a óleo diesel:

$$\text{custo horário do material (} CMA_1) = 0,18 \times HP \times \text{custo de 1,0 litro de óleo diesel}$$

b) equipamentos a gasolina:

$$\text{custo horário do material (} CMA_2) = 0,245 \times HP \times \text{custo de 1,0 litro de gasolina}$$

Seguindo-se a recomendação do DNIT, a potência dos equipamentos deve ser fornecida em kW, devendo-se, portanto, aplicar a seguinte conversão:

$$1 \text{ HP} = 1,34044 \text{ kW}$$

As formulas supra indicadas tornam-se:

a.1) equipamentos a óleo diesel:

$$\text{custo horário do material (CMA}_1\text{)} = 0,13428 \times kW \times \text{custo de 1,0 litro de óleo diesel}$$

b 1)equipamentos a gasolina:

$$\text{custo horário do material (CMA}_2\text{)} = 0,18277 \times kW \times \text{custo de 1,0 de gasolina}$$

B - Mão-de-Obra Necessária à Operação dos Equipamentos

Para fins de determinação do custo da mão-de-obra é válido utilizar a relação da *Tabela 2.4 e Tabela 2.5*, com as respectivas escalas salariais (**K**), isto é, o número de salários-mínimos percebidos em cada função, os quais variam entre as diversas regiões do país.

B.1 - Salário Mínimo Horário

Como é necessário calcular o custo horário da mão-de-obra de operação dos equipamentos, é necessário que tenhamos o salário mínimo vigente no país expresso em R\$/h. Para isto, estabeleceu-se que um indivíduo exercendo qualquer das funções relacionada na *Tabela 2.4*, trabalha 220 horas mensais, portanto, temos que o salário mínimo horário é igual a:

$$SMH = \frac{\text{Salário Mínimo Vigente}}{220 \text{ horas de trabalho/mês}}$$

B 2 - Encargos sobre a Mão-de-obra

São os encargos sociais que devem ser acrescidos à remuneração mensal de cada trabalhador. Exemplo: FGTS, Férias, Repouso Semanal Remunerado, 13º. Salário, etc.

A somatória destes encargos situa-se, atualmente (2005), em torno de **126,30%**, conforme detalhamento do *Quadro 2.2*, podendo sofrer variações para mais ou para menos. É importante salientar que esta composição pode mudar em função da mudança das contribuições e legislações previdenciárias oficiais.

Quadro 2.2 - Demonstrativo da composição dos encargos sobre a mão de obra

ÍTEM	ENCARGOS	% PARCIAL	% ACUMULADA
I.	Encargos Sociais Básicos – GRUPO A		36,80
I.1.	INSS	20,00	
I.2.	SESI	1,50	
I.3.	SENAI	1,00	
I.4.	Salário Educação	2,50	
I.5.	Seguro contra acidente trabalho - INSS	3,00	
I.6.	INCRA	0,20	
I.7.	FGTS	8,00	
I.8.	SEBRAE	0,60	
II.	Encargos Sociais sem prestação de Serviços – GRUPO B		50,61
II.1.	Repouso semanal remunerado	17,80	
II.2.	Feriados e dias santificados	4,09	
II.3.	Férias	14,87	
II.4.	Auxílio enfermidade	1,86	
II.5.	Auxílio acidente	0,17	
II.6.	13° salário	11,16	
II.7.	Licença paternidade	0,10	
II.8.	Faltas justificadas	0,56	
III.	Encargos Sociais Indenizatórios – GRUPO C		19,93
III.1.	Multa por rescisão sem justa causa	4,13	
III.2.	Aviso Prévio Indenizado	14,13	
III.3.	Indenização adicional	1,67	
IV.	Encargos Sociais de Incidência Indireta – GRUPO D		18,96
IV.1.	Incidência do Grupo A sobre o B	18,62	
IV.2.	Incidência de multa do FGTS sobre o 13°	0,34	
TOTAL DE LEIS SOCIAIS			126,30 (%)

B.3 – Custo Horário da Mão de Obra de Operação

Para obtermos o *custo horário da mão-de-obra de operação* deve-se estabelecer o Salário Base, ou seja, o *Salário Mínimo Horário* acrescido dos *Encargos sobre a Mão de Obra*, conforme a expressão abaixo.

$$\text{Salário Base} = \text{SMH} \cdot \left[1 + \frac{\text{Encargos sobre a mão de Obra}(\%)}{100} \right]$$

então teremos:

$$\text{CMO} = K \cdot \text{Salário Base}$$

$$\text{SMH} = \text{Salário Mínimo Horário} = \frac{\text{Salário Mínimo Vigente}}{220 \text{ horas de trabalho/mês}}$$

K = Escala Salarial, *Tabela 2.4*

CMO = Custo Horário da Mão de Obra de Operação

Tabela 2.4 – Escala Salarial da Mão de Obra (K)

Código	Profissão	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	Centro-Oeste	Rio de Janeiro	São Paulo	Minas Gerais
T.3	OPERADOR DE MÁQUINA, VEÍCULOS E EQUIPAMENTO								
T.30	Motorista								
T.301	Motorista de veículo leve	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9
T.302	Motorista de caminhão	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2
T.303	Motorista de veículo especial	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4
T.31	Operador de equipamento								
T.311	Operador de equipamento leve 1	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4
T.312	Operador de equipamento leve 2	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7
T.313	Operador de equipamento pesado	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
T.314	Operador de equipamento especial	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7
T.4	TÉCNICO								
T.401	Pré – marcador	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7
T.5	ENCARREGADO								
T.50	Encarregado de turma								
T.501	Encarregado de turma	3,7	3,6	4,4	4,1	3,3	4,3	4,4	3,5
T.51	Encarregado de serviço								
T.511	Encarregado de serviço de pavimentação	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
T.512	Encarregado de britagem								
T.6	OPERÁRIO QUALIFICADO								
T.601	Blaster	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1
T.602	Montador	2,6	2,6	3,1	3,0	2,4	3,0	3,1	2,5
T.603	Carpinteiro	2,6	2,6	3,1	3,0	2,4	3,0	3,1	2,5
T.604	Pedreiro	2,6	2,6	3,1	3,0	2,4	3,0	3,1	2,5
T.605	Armador	2,6	2,6	3,1	3,0	2,4	3,0	3,1	2,5
T.606	Ferreiro	2,6	2,6	3,1	3,0	2,4	3,0	3,1	2,5
T.607	Pintor	2,6	2,6	3,1	3,0	2,4	3,0	3,1	2,5
T.608	Soldador	2,6	2,6	3,1	3,0	2,4	3,0	3,1	2,5
T.609	Jardineiro	2,6	2,6	3,1	3,0	2,4	3,0	3,1	2,5
T.610	Serralheiro	2,6	2,6	3,1	3,0	2,4	3,0	3,1	2,5
T.7	PROFISSIONAL NÃO ESPECIALIZADO								
T.701	Ajudante	2,1	1,7	2,9	2,2	2,0	2,1	2,9	1,9
T.702	Servente	1,9	1,5	2,6	2,0	1,7	2,0	2,6	1,6
T.8	TRABALHADORES EM CONDIÇÕES ESPECIAIS								
T.801	Perfurador de tubulão	2,7	2,1	3,6	2,8	2,4	2,8	3,6	2,2

Tabela 2.5 - Categorias Profissionais da Mão de Obra de Operação

<p><u>Motorista de veículos leves</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Automóvel até 100 HP • Veículo caminhonete 	<p><u>Operador Máquinas Leves 1</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Jateadora de areia • Régua vibratória de concreto • Martelete • Moto serra • Placa vibratória • Seladora de junta • Roçadeira manual • Serra de disco • Serra de junta de concreto • Soquete vibratório • Texturizadora e lançadora de concreto • Vibrador de imersão 	<p><u>Operador de Máquina Pesada</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Carregadeira de pneus • Chata com rebocador • Distribuidor de agregado • Draga de sucção • Hidrosemeadora • Motoscraeper • Retroescavadeira de pneus • Trator de esteira
<p><u>Motorista de caminhão</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Caminhão basculante • Caminhão basculante para rocha • Caminhão carroceria • Caminhão distribuidor de asfalto • Cam. equipado com guindaste • Caminhão pipa • Caminhão tanque 	<p><u>Operador de Máquina Leve 2</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Bate estaca • Betoneira • Bomba de concreto • Compactador • Compressor • Grupo gerador • Micro trator com roçadeira • Perfuratriz de esteira • Transformador de solda • Trator de pneus • Trator de pneus com roçadeira • Tripê de sonda 	<p><u>Operador de Máquinas Especiais</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Acabadora de concreto • Central de concreto • Conjunto de britagem • Demarcadora de faixa • Distribuidora de concreto • Equipamento p/ lama asfáltica • Escavadeira de esteiras • Espalhadora de concreto • Extrusora • Fresadora de pavimento • Guindaste sobre pneus • Motoniveladora • Usina de asfalto • Usina de reciclagem • Usina misturadora de solos • Vibro-acabadora • Aplicadora material termoplástico por extrusão • Distribuidor lama asfáltica ruptura contr. em cavalo mecânico
<p><u>Motorista de veículos especiais</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Caminhão betoneira • Cam. com vassoura aspiradora • Cavalo mecânico com reboque 		

2.1.8 Custo Horário do Equipamento

A – Custo Horário Produtivo

É o custo horário do equipamento durante a sua operação efetiva e engloba os custos horários da depreciação, juros, manutenção e operação (material + mão de obra), ou seja:

$$CHP = CD + CJ + CM + CMA + CMO$$

B – Custo Horário Improdutivo

É o custo horário do equipamento durante o período em que o mesmo fica parado aguardando a operação de outro equipamento. Como a mão-de-obra é remunerada mesmo que não esteja sendo utilizada, e o equipamento continua a sofrer depreciação e juros quando parado, o custo da hora improdutivo engloba os custos horários da depreciação, juros, e mão de obra de operação, isto é:

$$CHI = CD + CJ + CMO$$

2.1.9 Planilha de Custo Horário de Utilização dos Equipamentos

Apresentamos a seguir o resumo (Quadro 2.3) da sistemática de cálculo do custo horário produtivo e improdutivo dos equipamentos e o modelo de Planilha de Custo Horário de Utilização de Equipamentos (Figura 2.1) a ser preenchida.

Quadro 2.3: Resumo da Sistemática para Cálculo do Custo Horário Produtivo e Improdutivo dos Equipamentos

Notação	Custo Horário (R\$/h)	Fórmula
CD	Depreciação	$CD = \frac{VA - R}{n \cdot HTA}$ $R = \frac{VA \cdot r(\%)}{100}$ <p>n e HTA = Tabela 2.1 r (%) = Tabela 2.2</p>
CJ	Juros	$CJ = \frac{Vm \cdot i}{HTA}$ $Vm = \frac{(n+1) \times VA}{2 \cdot n}$ <p>n e HTA = Tabela 2.1</p>
CM	Manutenção	$CM = \frac{VA \cdot K}{n \cdot HTA}$ <p>n e HTA = Tabela 2.1 K = Tabela 2.3</p>
CMA (1)	Materiais de Operação (equipamento movido a diesel)	$CMA(1) = 0,180 \times HP \times \text{custo de 1 litro de diesel}$ $1 \text{ HP} = 1,34044 \text{ kW}$ $CMA(1) = 0,13428 \times kW \times \text{custo de 1,0 litro de diesel}$
CMA (2)	Materiais de operação (equipamento movido a gasolina)	$CMA(2) = 0,245 \times HP \times \text{custo de 1 litro de gasolina}$ $1 \text{ HP} = 1,34044 \text{ kW}$ $CMA(2) = 0,18277 \times kW \times \text{custo de 1 litro de gasolina}$
CMO	Mão-de-obra de Operação	$CMO = K \cdot \text{Salário Base}$ $K = \text{Tabela 2.4}$ $\text{Salário Base} = \text{SMH} \cdot \left[1 + \frac{\text{Encargos sobre a mão de Obra}(\%)}{100}\right]$ $\text{SMH (Salário Mínimo Horário)} = \frac{\text{Salário Mínimo Vigente}}{220 \text{ horas}}$
CHP	Produtivo	$CHP = CD + CJ + CM + CMA + CMO$
CHI	Improdutivo	$CHI = CD + CJ + CMO$

2.2 Elaboração da Planilha de Produção das Equipes Mecânicas

A elaboração da Planilha de Produção das Equipes Mecânicas (*Figura 2.2*) consiste em se determinar qual é a produção média de um serviço no espaço de uma hora pela **Equipe Mecânica**, isto é, pelo conjunto de equipamentos e veículos reunidos para execução conjunta de um dado serviço.

2.2.1 Preenchimento e Cálculo da Planilha de Produção das Equipes Mecânicas

Selecionam-se, inicialmente, os equipamentos que possibilitem a formação de equipes necessárias para execução de todos os serviços de terraplenagem, pavimentação, drenagem, etc. e estabelece-se o equipamento que comandará a equipe.

Para os equipamentos selecionados, calcula-se as produtividades possíveis de serem obtidas na execução dos diferentes serviços, produtividades estas expressas em relação a quantidade de material movido ou produzido na unidade de tempo, sendo a hora utilizada como unidade padrão.

A Planilha para o cálculo da Produção das Equipes Mecânicas é composta dos seguintes itens:

A - Variáveis Intervinentes: são as variáveis que compõem as fórmulas necessárias ao cálculo das produções horárias dos equipamentos cujas definições são as seguintes:

- a) **Afastamento:** distância entre os furos das minas no sentido transversal a frente de ataque do serviço. Utilizado nas extrações a fogo.
- b) **Capacidade:** medida que indica a dimensão do equipamento em termos de produção. Adota-se a capacidade nominal fornecida pelo fabricante do equipamento.
- c) **Consumo:** é o gasto que tem o equipamento para executar um serviço. Exemplo: uma perfuratriz de determinado tipo consome 3,3 m³/min. de ar comprimido.
- d) **Distância:** é a distância média de transporte, ou o intervalo de lugar onde o equipamento está atuando.
- e) **Espaçamento:** distância entre os furos das minas no sentido da frente de ataque do serviço.
- f) **Espessura:** alturas com que são executadas as diversas camadas de aterro na terraplenagem e da seção estrutural no pavimento.
- g) **Fator de Carga:** relação entre as capacidades efetiva e nominal do equipamento. Os valores adotados encontram-se nas faixas recomendadas pelos fabricantes e são os seguintes:

Material de 1ª. Categoria = 0,90 (menor dificuldade de carga)

Material de 2ª. Categoria = 0,80 (dificuldade média de carga)

Material de 3ª. Categoria = 0,70 (maior dificuldade de carga)

- h) Fator de Conversão:** relação entre o volume do material no corte e o volume do material solto. São empregados geralmente os seguintes valores:

Material de 1ª. Categoria: $FC = 1,0/1,30 = 0,77$

Material de 2ª. Categoria: $FC = 1,0/1,39 = 0,72$

Material de 3ª. Categoria: $FC = 1,0/1,75 = 0,57$

- i) Fator de Eficiência:** é a relação entre o tempo de produção efetiva e o tempo de produção nominal. Considera-se que em uma hora corrida de trabalho não se obtém 60 minutos de trabalho efetivo devido à fadiga do operador e manutenção no campo, ou seja:

Fator de Eficiência = $(50 \text{ min}/60 \text{ min}) = 0,83$.

- j) Largura de operação:** é a dimensão lateral em que o equipamento atua.
- l) Largura de superposição:** é o recobrimento lateral necessário para se dar continuidade à execução do serviço.
- m) Largura de utilização:** diferença entre as larguras de operação e de superposição, $(j-l)$.
- n) Número de passadas:** número de vezes que um equipamento tem que atuar num mesmo lugar para executar o serviço.
- o) Profundidade:** penetração atingida pelo equipamento na execução do serviço.
- p) Tempo fixo:** intervalo de tempo gasto pelo veículo com carga, descarga e manobras.
- q) Tempo de percurso (ida):** intervalo de tempo gasto pelo veículo para ir carregado do ponto de carregamento ao ponto de descarga.
- r) Tempo de Retorno:** intervalo de tempo gasto pelo veículo para retornar vazio do ponto de descarga ao ponto de carga.
- s) Tempo Total de Ciclo:** é o somatório dos tempos fixos, de percurso e de retorno, $(p+q+r)$.

- t) **Velocidade (ida) Média:** relação da distância entre os locais de carga e descarga e o tempo de percurso.
- u) **Velocidade de Retorno:** relação da distância entre os locais de carga e descarga e o tempo de retorno.

B - Fórmulas

Nesta parte da planilha são colocadas as fórmulas utilizadas na determinação da produção horária do equipamento.

C - Produção Horária

Nesta parte é anotado o resultado do cálculo da produção horária dos diversos equipamentos que compõem a equipe obtido através das *Fórmulas*, cujos componentes são as *Variáveis Intervenientes*.

D - Número de Unidades

O número de unidades de cada equipamento para compor a equipe é dimensionado a partir da produção horária dos mesmos em relação à produção horária e número de unidades do *equipamento que comanda a equipe*.

E - Utilização

Nesta parte são anotadas as utilizações produtivas e improdutivas de cada equipamento da equipe, isto é, quanto, no período de 1 (uma), hora o equipamento opera e quanto o mesmo fica parado. São calculadas da seguinte maneira:

$$\text{Utilização Produtiva} = \frac{N_p \times P_p}{N_1 \times P_1}$$

onde,

N_p = número de unidades do equipamento que comanda a equipe;

P_p = produção horária do equipamento que comanda a equipe;

N_1 = número de unidades do equipamento que se está calculando a utilização.

P_1 = produção horária do equipamento que se está calculando a utilização.

$$\text{Utilização Improdutiva} = 1,0 - \text{Utilização Produtiva}$$

F - Produção da Equipe

Nesta parte se transcreve a produção horária da equipe, que é igual a produção do equipamento que comanda a equipe.

Obs.: O DNIT recomenda que se considere a participação das motoniveladoras nos trabalhos de escavação carga e transporte, unicamente como responsáveis pela manutenção dos caminhos de serviço, portanto apresentando utilizações pré-fixadas pela observação de seus tempos de utilização em situações de distâncias médias de transporte diferenciadas (50-200m, 200-400m, 400-600m,...).

Para facilitar tal entendimento é apresentada a *Tabela 2.6*, onde são fixadas as distancias médias de transporte e as respectivas utilizações produtivas e improdutivas para as motoniveladoras, as quais devem ser utilizadas nas composições dos **serviços de escavação carga e transporte de materiais para terraplenagem**

Tabela 2.6 – Utilizações de motoniveladoras nos serviços de escavação, carga e transporte de materiais para execução de terraplenagem

DMT (m)	UTILIZAÇÃO PRODUTIVA	UTILIZAÇÃO IMPRODUTIVA
50-200	0,05	0,95
200-400	0,11	0,89
400-600	0,14	0,86
600-800	0,18	0,82
800-1000	0,22	0,78
1000-1200	0,25	0,75
1200-1400	0,30	0,70
1400-1600	0,33	0,67
1600-1800	0,36	0,64
1800-2000	0,40	0,60
2000-3000	0,50	0,50
3000-5000	0,78	0,22

Figura 2.2: Planilha de Produção das Equipes Mecânicas

SERVIÇO:			UNIDADE:				
REF.	VARIAVEIS	UNIDADE	EQUIPAMENTOS				
	INTERVENIENTES						
a	Afastamento						
b	Capacidade						
c	Consumo (Quant.)						
d	Distância						
e	Espaçamento						
f	Espessura						
g	Fator de Carga						
h	Fator de Conversão						
i	Fator de Eficiência						
j	Largura de Operação						
l	Largura de Superposição						
m	Largura de Utilização						
n	Número de Passadas						
o	Profundidade						
p	Tempo(fixo) Car/Des/Man.						
q	Tempo de Perc. (ida)						
r	Tempo de Retorno						
s	Tempo Total de Ciclo						
t	Veloc (ida) Média						
u	Velocidade de Retorno						
OBSERVAÇÕES		FÓRMULAS					
PRODUÇÃO HORÁRIA							
NÚMERO DE UNIDADES							
UTILIZAÇÃO	PRODUTIVA						
	IMPRODUTIVA						
PRODUÇÃO DA EQUIPE							

2.3 Elaboração da Planilha de Cálculo do Custo Unitário dos Serviços

A forma da planilha que normalmente se utiliza para a determinação do custo unitário de um serviço de engenharia é dada na *Figura 2.3*, a qual contém as seguintes subdivisões:

Parte “A”

Indicação dos equipamentos utilizados na execução do serviço, com as respectivas utilizações produtivas e improdutivoas e números de unidades, obtidos no cálculo da *Planilha de Produção da Equipe Mecânica* e custos horários produtivos e improdutivoas calculados na *Planilha de Custo Horário de Utilização de Equipamentos*.

Parte “B”

Quantificação e qualificação da **Mão-de-Obra Suplementar**, ou seja, a mão-de-obra necessária para a **execução** do serviço.

Parte “C”

Indicação da **Produção da Equipe Mecânica**, isto é, a Produção Horária do Equipamento que Comanda a Equipe estabelecida na *Planilha de Produção da Equipe Mecânica*.

Parte “D”

Cálculo do **Custo Unitário de Execução**, definido como o somatório dos custos horários **(A) + (B)**, ou seja, **equipamentos + mão-de-obra suplementar** utilizados, dividido pela Produção da Equipe Mecânica **(C)**.

Parte “E”

Especificação de todos os materiais envolvidos na execução do serviço com seus respectivos consumos e custos unitários.

Obs.: os custos unitários dos materiais são obtidos através de pesquisa de mercado, que, obrigatoriamente, deve ser realizada na região em que se desenvolverão os serviços. Para o caso de aquisição de concreto asfáltico (CBUQ), a pesquisa deve ser feita diretamente nas usinas produtoras ou por composição auxiliar.

Parte “F”

O **Custo Unitário sem Transporte** é obtido pelo somatório do Custo Unitário de Execução **(D)** + Custo Unitário dos Materiais **(E)**.

Parte “G”

Indicar o custo do transporte dos materiais utilizados na execução dos serviços, em relação a DMT (distância média de transporte), tipo do veículo de transporte e a qualidade de revestimento da estrada utilizada para o transporte.

Para o cálculo dos **custos de transporte** adota-se a seguinte classificação:

1 - Transporte Local; é aquele que se desenvolve dentro do canteiro de serviço e decorre diretamente da execução da obra.

2 - Transporte Comercial; é aquele que, embora decorrente da execução da obra, tem sua origem fora do canteiro de serviço. Ele ocorre quando se traz para o canteiro de serviço materiais para serem aplicados na obra.

3 - Transporte de Material Asfáltico; é aquele realizado em veículos especiais e destinados a levar os diferentes materiais asfálticos necessários à obra da fonte de produção ao canteiro de serviço.

O **custo unitário de transporte** será calculado pela expressão geral:

$$\text{Custo Unitário de Transporte} = \frac{\text{Custo Horário Produtivo de Utilização do Veículo}}{\text{Produção Horária do Veículo}}$$

- **Custo Horário Produtivo de Utilização do Veículo:** obtido através da mesma metodologia que se utiliza para o cálculo do *custo horário de utilização dos equipamentos*, sendo que o veículo utilizado poderá ser o caminhão basculante ou o caminhão carroceria (Transporte Local e Comercial), e o caminhão para transporte de material asfáltico.

O custo a ser considerado é o *produtivo*, uma vez que se admite que numa equipe pode-se sempre ter um número de caminhões tal que praticamente não existam horas ociosas.

- **Produção Horária do Veículo:** é a Produção Horária do veículo destinado ao transporte, determinada pela seguinte fórmula geral:

$$P = \frac{c \cdot E}{\frac{2 \cdot X}{V} + T}$$

onde,

P = produção em m³/h ou ton/h

c = capacidade do veículo em m³ ou toneladas

E = eficiência de operação

V = velocidade média em km/h, de acordo com o tipo da rodovia, isto é,

- Rodovias Pavimentadas
- Rodovias Não Pavimentadas

T = tempo de espera, em horas.

X = distância média de transporte, em km.

A partir do tipo de veículo utilizado para o transporte (caminhão basculante, caminhão carroceria ou caminhão para material asfáltico), e de sua capacidade (m³ ou toneladas), obtém-se qual é a produção horária por tipo de veículo e por tipo de rodovia (pavimentada ou não pavimentada), em função da distância média de transporte em km (DMT).

1 - Parâmetros para o cálculo da Produção Horária do veículo destinado ao Transporte Local

Rodovias pavimentadas V = 45 km/h

Rodovias não Pavimentadas V = 35 km/h

Eficiência (E) = 45/60 da hora

Tempo de Espera (T) = 5 minutos em 1 hora = 5/60 da hora

2 - Parâmetros para o cálculo da Produção Horária do veículo destinado ao Transporte Comercial

Rodovias pavimentadas V = 60 km/h

Rodovias não Pavimentadas V = 40 km/h

Eficiência (E) = 50/60 da hora

Tempo de Espera (T) = 0

3 - Parâmetros para o cálculo da Produção Horária do veículo destinado ao Transporte de Material Asfáltico

Rodovias pavimentadas V = 60 km/h

Rodovias não Pavimentadas V = 40 km/h

Eficiência (E) = 55/60 da hora

Tempo de Espera (T) = 0

Parte “H”

Indicação do **Custo Unitário Direto Total**: somatório do custo unitário sem transporte **(F)** e do custo unitário de transporte **(G)**.

Parte “I”

Indicação do percentual de **BDI** (Benefícios e Despesas Indiretas) - Detalhado no *item 3.0*.

É o resultado da aplicação de um percentual multiplicativo que deve majorar o custo unitário direto total **(H)**, para bonificar e remunerar despesas indiretas não incidentes na composição (custos administrativos, custo financeiro, impostos, lucro)

Parte “J”

Indicação do **Custo Unitário Total**; soma do custo unitário direto **(H)** e do BDI **(I)**, representando o custo unitário total, ou seja, o valor de venda do serviço.

2.3.1 Preenchimento e Cálculo da Planilha de Custo Unitário dos Serviços

O preenchimento da planilha de cálculo do custo unitário de um determinado serviço utiliza os dados as *Planilhas de Custo Horário de Utilização dos Equipamentos e de Produção das Equipes Mecânicas*, bem como algumas tabelas acessórias, como se pode concluir no detalhamento do preenchimento da mesma.

O roteiro explicativo é o dado na sequência:

- **Serviço:** escrever o nome do serviço cujo custo unitário está sendo composto.
- **Unidade:** escrever a unidade em que o custo unitário do serviço está sendo composto. Exemplo: R / m³
- **Custo Horário dos Equipamentos (Equipe) - Parte A:** é calculada a parcela do custo unitário de serviço correspondente à equipe de máquinas utilizada na sua execução. Esta parte é preenchida da seguinte maneira:

Coluna 1 – Equipamento: colocar os tipos dos equipamentos que compõem a equipe de execução serviço.

Coluna 2 – Quantidade: colocar o número de unidades de cada equipamento na formação da equipe, obtido na *Planilha de Produção das Equipes Mecânicas*.

Coluna 4 e 5 – Utilização: colocar as utilizações produtivas e improdutivas dos equipamentos, obtidas na *Planilha de Produção das Equipes Mecânicas*.

Coluna 6 e 7 - Custos Operacionais: colocar os custos horários produtivo e improdutivo de utilização do equipamento, obtidos na *Planilha de Custo Horário de Utilização dos Equipamentos*.

Coluna 8 - Custo Horário: o custo horário de cada equipamento é obtido da seguinte forma:

$$\text{Custo horário} = [\text{coluna (3)} \times \text{coluna (5)} + \text{coluna (4)} \times \text{coluna (6)}] \times \text{coluna (2)}$$

- **Custo Horário da Mão-de-Obra Suplementar - Parte B:** a mão-de-obra referente à operação dos equipamentos já foi considerada no custo horário de utilização dos mesmos. Nesta parte considera-se somente a mão-de-obra suplementar direta necessária à execução do serviço, composta se mão-de-obra de encarregados, profissionais em geral, serventes, etc. Esta parte da planilha deve ser preenchida da seguinte maneira:

Coluna 1 - Mão-de-obra suplementar: colocar os nomes das funções (encarregado, servente, etc...).

Coluna 2 – (K): indicar a escala salarial da mão-de-obra suplementar (*Tabela 2.4*).

Coluna 3 - (Q): indicar a quantidade de horas da mão-de-obra por hora de serviço. Exemplo: se há necessidade de 5 serventes num determinado serviço, na coluna (3) se escreve 5, significando que são gastas 5 horas de servente por hora de serviço.

Coluna 4 - Salário Base: indicar o Salário Base, calculado de acordo com o item 2.1.6

Coluna 5 - Custo Horário: o custo horário da mão-de-obra suplementar será:

$$\text{Custo horário} = \text{coluna (2)} \times \text{coluna (3)} \times \text{coluna (4)}$$

- **Produção da Equipe - Parte C:** indicar a produção horária da equipe, obtida na *Planilha de Produção das Equipes Mecânicas*, a qual é igual a produção do equipamento que comanda a equipe.
- **Custo Horário Total:** é a somatória dos custos horários dos equipamentos (**Parte A**) e da mão-de-obra suplementar (**Parte B**)

$$\text{Custo Horário Total} = (A) + (B)$$

- **Custo Unitário de Execução - Parte D:** o custo unitário de execução é obtido dividindo-se o *Custo Horário Total* pela *Produção Horária da Equipe*

$$\text{Custo Unitário de Execução} = \frac{(A + B)}{C}$$

- **Custo Unitário dos Materiais - Parte E:** nesta parte são calculados os custos dos materiais utilizados no serviço, devendo ser preenchido da seguinte maneira:

Coluna 1 – Materiais: indicar os nomes dos materiais necessários a execução do serviço.

Coluna 2 – Unidade: indicar as unidades métricas em que os materiais são medidos. Exemplo: a areia é medida em m³.

Coluna 3 – Custos: indicar os custos unitários dos materiais referentes às unidades indicados na coluna (2). Exemplo: Areia - Custo = R\$ /m³.

Coluna 4 – Consumo: indicar os consumos dos materiais referidos às unidades obtidas na coluna 2. Exemplo: Brita – Consumo = 1,15 m³/m³, ou seja, consome-se 1,15 m³ de brita para execução de 1m³ de serviço.

Coluna 5 - Custo Unitário

$$\text{Custo Unitário} = \text{coluna (3)} \times \text{coluna(4)}$$

- **Custo Unitário sem Transporte - Parte F:** o custo unitário sem transporte é a soma dos custos unitários de execução e materiais:

$$\text{Custo Unitário sem Transporte} = (D + E)$$

- **Custo Unitário dos Transportes - Parte G**

Coluna 1 – Transporte: nesta coluna escreve-se a natureza do transporte. Exemplo: LOCAL - Solo para Usina

Coluna 2 - Distancia Média de Transporte (DMT): indicar as distâncias médias de transporte, em km, dos materiais utilizados nos serviços.

Coluna 3 – Custo: indicar os custos unitários de transporte dos diversos materiais utilizados, calculados de acordo com o item 2.3.

Coluna 4 – Consumo: indicar as quantidades de material transportado por unidade de serviço, isto é, os consumos de materiais referidos à unidade em que foram compostos os custos de transporte (Coluna 3), por unidade de serviço. Exemplo: ton/m³.

Coluna 5 - Custo Unitário

$$\text{Custo Unitário: coluna (3)} \times \text{coluna (4)}$$

- **Custo Unitário Direto Total - Parte H:** é obtido pela soma do custo unitário sem transporte (**F**) com o custo unitário dos transportes (**G**).

$$\text{Custo Unitário Direto Total} = (F + G)$$

- **Bonificação (BDI) - Parte I:** conhecendo-se o custo direto total da construção e calculados os custos indiretos, determina-se o percentual que representa a soma desses últimos custos sobre o primeiro. Detalhado no *item 3.0*.
- **Custo Unitário Total - Parte J:** é a soma do Custo Unitário Direto Total e a parcela correspondente ao B.D.I.

Figura 2.3: Planilha de Custo Unitário dos Serviços

CUSTO UNITARIO DO SERVIÇO						
SERVIÇO:						UNIDADE:
EQUIPAMENTO	QUANT.	UTILIZAÇÃO		CUSTO OPERACIONAL		CUSTO HORÁRIO
		PROD.	IMPROD.	PROD.	IMPROD.	
1	2	3	4	5	6	7
				A		
(A) TOTAL						
MÃO DE OBRA SUPLEMENTAR			K	Q	SALARIO BASE	CUSTO HORÁRIO
1			2	3	4	5
				B		
(B) TOTAL						
(C) PRODUÇÃO DA EQUIPE		C	CUSTO HORÁRIO TOTAL =(A+B)			
(D)CUSTO UNITÁRIO DE EXECUÇÃO [(A)+(B)] / (C)=(D)						D
MATERIAIS			UNIDADE	CUSTO	CONSUMO	CUSTO UNITÁRIO
1			2	3	4	5
				E		
(E) TOTAL						
(F) CUSTO UNITÁRIO S/ TRANS.					D+E=F	F
TRANSPORTE			D.M.T	CUSTO	CONSUMO	CUSTO UNITÁRIO
1			2	3	4	5
				G		
(G) TOTAL						
CUSTO UNIT. DIRETO TOTAL					(F + G)	H
BONIFICAÇÃO (BDI)						I
CUSTO UNITÁRIO TOTAL						J
Observação						

3 BDI - BENEFÍCIOS E DESPESAS INDIRETAS

3.1 Considerações Iniciais

O orçamento de uma obra ou serviço pode ser dividido em dois conjuntos:

- das Despesas Diretas;
- dos Benefícios e Despesas Indiretas.

As despesas diretas, como o próprio nome indica, são as que se referem diretamente à execução de um serviço ou conjunto de serviços que compõem uma obra. Caracterizam-se pelo fato de poderem ser avaliadas através da medição das quantidades consumidas (materiais, mão-de-obra, etc) durante a realização dos serviços.

Entende-se por Benefícios e Despesas Indiretas - BDI, o conjunto de despesas com pessoal, materiais e encargos diversos, necessário ao planejamento, organização, direção, orientação e controle da execução de uma obra ou serviço, acrescido das despesas financeiras, riscos e imprevistos, lucro líquido e impostos.

A obtenção do valor correspondente ao BDI para o orçamento de uma obra ou serviço, que somado as despesas diretas irá permitir avaliação do preço global, constitui-se numa das tarefas mais difíceis para uma empresa construtora que não esteja devidamente estruturada para esse fim.

Nos orçamentos, é de uso corrente expressar a dimensão do BDI por uma porcentagem relativa ao total das despesas diretas, no sentido de se ter uma noção de seu montante em relação àquelas despesas.

Dentre os fatores que afetam não somente as despesas diretas, mas também o BDI, podem ser citados os seguintes:

- a dimensão da obra;
- a forma (superfícies planas ou curvas);
- a quantidade e diversidade de serviços;
- a heterogeneidade dos materiais a empregar;
- as maiores ou menores dificuldades locais e de seus acessos;
- a situação e condições do lençol freático;
- a influência nos serviços a céu aberto pela maior ou menor incidência de chuva;
- a eventual necessidade de redução da jornada de trabalho;

- o sistema administrativo da empresa (em geral dinâmico e variável de empresa para empresa);
- a quantidade de oferta de trabalho para as empresas na época de elaboração do orçamento e inúmeros outros fatores econômico-conjunturais.

Alguns administradores e dirigentes, por falta de conhecimento sobre o assunto, chegam ao equívoco de empregar BDI como sinônimo de lucro.

Por outro lado, existem também aqueles empresários que, receando prejuízos à sua organização ou repercussões desfavoráveis à sua imagem, apresentam seus orçamentos com uma porcentagem de BDI mais baixa, embutindo a parte complementar, de forma disfarçada, nas despesas diretas dos serviços a realizar.

Tudo isso é devido, em grande parte, à falta quase que absoluta de conhecimento sobre o assunto e à omissão dessa matéria no ensino.

3.2 Metodologia para o Cálculo do BDI

Sempre que possível, poderá ser adotado o método que chamaremos de Método por Comparação, por ser o mais simples e o mais rápido. Consiste no seguinte:

1. Compara-se o orçamento das despesas diretas da obra pretendida com o de outra obra, preferencialmente já concluída e avaliada, e que apresente condições semelhantes e características análogas (dimensões, formas, heterogeneidade de materiais, localização e outras variáveis);
2. Adota-se a porcentagem de BDI da obra que serviu de referência, se esta for confiável, efetuando-se os ajustes que eventualmente se mostrem necessários.

Este é o método ideal pela facilidade e economia de tempo que oferece. Porém, enquanto não se dispuser da composição do BDI com o cálculo estimativo dos custos indiretos e benefícios de certo número de obras em diversas condições, tal método não pode ser utilizado.

Nesse caso, cabe adotar um método mais específico, denominado de Método de Cálculo do BDI, o qual pressupõe, logicamente, a realização prévia de:

1. Uma pesquisa de preços de mão-de-obra, materiais, serviços de terceiros e outros encargos, com especificidade própria, ou seja, abrangendo itens distintos, e até de outra natureza daqueles utilizados na pesquisa de preços para a obtenção das despesas diretas.
2. O cálculo da porcentagem de encargos sociais que deverá incidir sobre o custo de mão-de-obra indireta.

Os dados obtidos por esta pesquisa de preços e pelo cálculo da porcentagem de encargos sociais são fundamentais e indispensáveis ao método de cálculo do BDI.

Para um melhor entendimento do cálculo de BDI, dividem-se as **Despesas Indiretas** em:

1 - Custos da Administração Local (na própria obra): Para a previsão dos custos da administração local, estima-se inicialmente, sempre em função do tempo (meses) de execução da obra os seguintes elementos:

- a estrutura de pessoal de direção e técnico-administrativo que ficará locado na obra;
- consumo de material para atender a essa estrutura;
- a possível necessidade de serviços de terceiros
- encargos locais.

Esta estimativa deve ser feita com base em experiências adquiridas em outras obras, complementadas com as simulações que se fizerem aconselháveis.

Estimadas as quantidades e conhecidos seus respectivos custos unitários, facilmente se encontrará o custo total deste item.

2 - Custos da Administração Central: Representam os custos de direção e apoio técnico-administrativo da empresa, cuja obtenção segue os mesmos moldes dos custos da administração local.

No entanto, deve-se observar que, em condições normais, uma empresa sempre executa simultaneamente mais de uma obra. Isso implica tomar apenas parte deste custo para a formação do orçamento de uma obra.

Para esse fim, o critério mais prático é o de ratear (distribuir proporcionalmente) o custo total da administração central entre as obras a cargo de uma empresa.

A determinação deste custo é relativamente fácil para uma empresa que disponha de um controle de custos razoável ou de um plano de contas contábil adequado a essa finalidade

3 - Impostos

4 - Custos Financeiros ou de Financiamento

O **Benefício** (para a empresa) refere-se ao **LUCRO** .

4 ORÇAMENTO

4.1 Introdução

O orçamento de uma obra deve ser detalhado o tanto quanto possível, permitindo que se identifiquem todos os custos de materiais, mão-de-obra, equipamentos, transporte, etc...

Conforme já visto anteriormente, a separação dos custos de uma obra deve ser realizada sob a forma de serviços de uma mesma natureza, para os quais se organizam as composições de custos unitários.

É importante ressaltar que um mesmo serviço pode ter custos unitários diferentes, em função de fatores que possam intervir na sua composição ao longo da obra (Ex. época, distância de transportes, equipamentos utilizados, ...), sendo portanto necessária a realização de um planejamento prévio que permita a visualização de cada fase executiva da obra, com todas suas particularidades.

4.2 Método de Preparação de Orçamentos para Projetos

4.2.1 Estudo Preliminar

Nesta fase, os técnicos envolvidos no projeto tomaram conhecimento dos problemas específicos que envolvem a obra, os quais refletirão na estrutura dos custos a serem compostos.

A composição de custos, propriamente dita, é precedida de um estudo preliminar onde são estabelecidas as linhas gerais do Plano de Execução da Obra.

4.2.1.1 Planejamento de Execução da Obra

O modo como uma determinada obra será executada influi diretamente em seu custo. Por esta razão, a composição orçamentária e o planejamento de sua execução têm que caminharem interligados.

Este planejamento se desenvolve em 4 etapas distintas:

A - Plano de Ataque ou Plano de Execução da Obra

É a etapa em que se organiza uma seqüência racional do conjunto de atividades importantes que constituem a obra e se estabelece as seguintes definições:

1. época do início dos trabalhos;
2. período de execução;
3. conseqüências da localização e tipo de obra:
 - aspectos geográficos;

- aspectos geológicos e geotécnicos;
 - aspectos climáticos;
4. plano de execução propriamente dito.

B - Cronograma de Utilização dos Equipamentos

Consiste em uma apresentação ordenada dos equipamentos, mostrando suas necessidades em termos de tipo e quantidade ao longo do período de execução da obra. Baseado neste cronograma elabora-se a Relação de Equipamento Mínimo.

C - Cronograma Físico-Financeiro

O cronograma físico é a representação gráfica do Plano de Execução da Obra, o qual cobre todas as fases de execução (da mobilização até a desmobilização), e sua evolução ao longo do tempo.

O cronograma financeiro é a representação financeira do Cronograma Físico, sendo o resultado do somatório dos produtos dos quantitativos pelos preços unitários.

D - Dimensionamento e layout do Canteiro de Administração e das Instalações Industriais

Conhecidos o prazo de execução, o tipo e a quantidade de cada serviço e a relação do equipamento mínimo, define-se a(s) localização(ões) do canteiro de administração e das instalações industriais, bem como dimensiona-se e elabora-se o Layout dessas instalações.

4.2.1.2 Inspeção de Campo

As observações feitas nos itens anteriores mostram a necessidade do engenheiro de custos percorrer o local da obra antes de iniciar os serviços de composição orçamentária, visto que as observações locais da dificuldade de execução condicionam o tipo de equipamento a ser utilizado, fatores que devem ser considerados no estabelecimento de um sistema de custos reais.

4.2.1.3 Listagem dos Custos Unitários a Compor

O conhecimento dos diversos serviços necessários a realização da obra, dá ao engenheiro de custos condições de estabelecer a lista dos custos unitários que deverão ser compostos para a formação do orçamento.

4.2.1.4 Seleção dos Principais Fatores de Produção

Uma vez estabelecida a listagem dos custos unitários a compor, faz-se uma relação de equipamentos, materiais e mão-de-obra a serem utilizados nas composições dos custos unitários dos serviços, e em seguida inicia-se a fase de composição orçamentária propriamente dita com uma pesquisa de mercado destes elementos.

4.2.2 Orçamento Final

Após o conhecimento dos quantitativos de todos os serviços, elaborados nas respectivas composições unitárias em função do planejamento da obra, pode-se estabelecer o orçamento final da obra (*Figura 4.1*).

Resumidamente, o orçamento final é composto pela lista de serviços, com seus respectivos custos unitários e quantidades de forma que o somatório global venha exprimir o custo final ou total da obra.

Dependendo do tipo de obra, quando a diversidade dos serviços é importante, é usual se elaborar uma segunda planilha, denominado orçamento sintético (*Figura 4.2*), onde são resumidos os custos parciais das principais etapas, permitindo uma visualização mais imediata dos itens de maior importância na composição do orçamento global.

Figura 4.1: Planilha de Composição de Orçamento

PLANILHA DE ORÇAMENTO							
Rodovia _____		Trecho _____			Data _____		
Item	Código	Discriminação	Unidade	DM	Quantidade	Custo Unitário	Custo do Serviço
1	2	3	4	5	6	7	8

Figura 4.2: Planilha de Resumo de Orçamento

RESUMO DO ORÇAMENTO	
Rodovia:	_____
Trecho:	_____ Data: _____
Subtrecho:	_____

ÍTEM	Discriminação	Custos (em R\$)	
		Parciais	Totais
1	Terraplenagem		
2	Pavimentação		
3	Drenagem		
4	Sinalização		
5	Obras de Arte Correntes		
6	Obras de Arte Especiais		
7	Obras Complementares		
8	Mobilização		
9	Administração		
10	Eventuais		
11	Impostos		
12	Lucros		
TOTAL			

5 EXEMPLOS

5.1 - Composição do Custo Unitário Total do Serviço de: *Desmatamento, destocamento e limpeza de áreas c/ arvores até 0,15 m.***Dados:**

- Óleo Diesel: R\$ 1,56/litro
- Salário Mínimo: R\$ 300,00/mês
- Encargos sobre a Mão-de-Obra: 141,67%
- Taxa de Juros: 12% ao ano
- B.D.I.: 35,6%

Equipamento	Valores de K p/ manutenção <i>Tabela 2.3</i>	Valores de K p/ mão-de-obra <i>Tabelas 2.4 e 2.5</i>	Combustível <i>Tabela 2.1</i>
Trator de Esteiras c/ Lâmina	1,0	Operador de Equipamento Pesado = 3,5	Diesel

PRODUÇÃO DA EQUIPE MECÂNICA

SERVIÇO: Desmat, destoc e limpeza de áreas c/ arv. até 0,15m			UNIDADE: m2/h					
REL.	VARIABLES INTERVENIENTES	UNIDADE	EQUIPAMENTOS					
			Trator de Esteiras c/ Lâmina					
a	Afastamento							
b	Capacidade	m3	8,7					
c	Consumo (Quant.)							
d	Distância	m	15					
e	Espaçamento							
f	Espessura	m	0,15					
g	Fator de Carga		0,9					
h	Fator de Conversão		0,4					
i	Fator de Eficiência		0,83					
j	Largura de Operação							
l	Largura de Superposição							
m	Largura de Utilização							
n	Número de Passadas							
o	Profundidade							
p	Tempo(fixo) Car/Des/Man	min						
q	Tempo de Perc. (ida)	min						
r	Tempo de Retorno	min						
s	Tempo Total de Ciclo	min	0,72					
t	Veloc (ida) Média	m/min						
u	Velocidade de Retorno	m/min						
OBSERVAÇÕES:			FÓRMULAS					
Equipamento que comanda a equipe = <i>Trator de Esteiras com Lâmina</i>			$P1 = (60 \cdot b \cdot g \cdot h \cdot i) / (f \cdot s)$					
PRODUÇÃO HORÁRIA			1444					
NÚMERO DE UNIDADES			1					
UTILIZAÇÃO	PRODUTIVA		1,00					
	IMPRODUTIVA		0,00					
PRODUÇÃO DA EQUIPE			1444					

CUSTO UNITÁRIO DO SERVIÇO						
SERVIÇO: Desmatamento, destocamento e limpeza de áreas com árvore até 0,15m					UNIDADE: R\$/m ²	
EQUIPAMENTO	QUANT.	UTILIZAÇÃO		CUSTO OPERACIONAL		CUSTO HORÁRIO
		PROD.	IMPROD.	PROD.	IMPROD.	
Trator de Esteriras c/ Lâmina	1,00	1,00	0,00	307,99	158,71	307,99
(A) TOTAL						307,99
MÃO DE OBRA SUPLEMENTAR			K	Q	SALARIO BASE	CUSTO HORÁRIO
Encarregado de Turma			4,1	0,5	3,29	6,74
Servente			2,0	2,0	3,29	13,16
(B) TOTAL						19,9,
(C) PRODUÇÃO DA EQUIPE		1.444	CUSTO HORÁRIO TOTAL =(A+B)			327,89
(D)CUSTO UNITÁRIO DE EXECUÇÃO [(A)+(B)] / (C)=(D)					0,22	
MATERIAIS			UNIDADE	CUSTO	CONSUMO	CUSTO UNITÁRIO
(E) TOTAL						0,00
(F) CUSTO UNITÁRIO S/ TRANS.					D+E=F	0,22
TRANSPORTE			D.M.T	CUSTO	CONSUMO	CUSTO UNITÁRIO
(G) TOTAL						0,00
CUSTO UNIT. DIRETO TOTAL					(F + G)	0,22
BONIFICAÇÃO (BDI)		35,6%				0,07
CUSTO UNITÁRIO TOTAL						0,29
Observação						

5.2 - Composição do Custo Unitário Total do Serviço de: *Escavação, Carga e Transporte de material de 1ª categoria - DMT 50 a 200m.*

Dados:

- Óleo Diesel: R\$ 1,56/litro
- Salário Mínimo: R\$ 300,00/mês
- Encargos sobre a Mão-de-Obra: 126,30%
- Taxa de Juros: 10% ao ano
- B.D.I.: 32,30%

Equipamento	Valores de K p/ manutenção <i>Tabela 2.3</i>	Valores de K p/ mão-de-obra <i>Tabelas 2.4 e 2.5</i>	Combustível <i>Tabela 2.1</i>
Trator de Esteiras c/ Lâmina	1,0	Operador de Equipamento Pesado = 3,5	Diesel
Motoscraeper	0,9	Operador de Equipamento Pesado = 3,5	Diesel
Motoniveladora	0,9	Operador de Equipamento Especial = 3,7	Diesel

PRODUÇÃO DA EQUIPE MECÂNICA

SERVIÇO: Esc.carga transp. mat.1ª cat DMT 50 a 200m			UNIDADE: m3/h							
REF.	VARIABLES INTERVENIENTES	UNIDADE	EQUIPAMENTOS							
			Trator de Esteiras c/ Lâmina	Motoscaper	Motoniveladora					
a	Afastamento									
b	Capacidade	m3	15,3	15,3						
c	Consumo (Quant.)									
d	Distância	m	38	125						
e	Espaçamento									
f	Espessura									
g	Fator de Carga		0,90	0,90						
h	Fator de Conversão		0,77	0,77						
i	Fator de Eficiência		0,83	0,83						
j	Largura de Operação									
l	Largura de Superposição									
m	Largura de Utilização									
n	Número de Passadas									
o	Profundidade									
p	Tempo(fixo) Car/Des/Man	min								
q	Tempo de Perc. (ida)	min								
r	Tempo de Retorno	min								
s	Tempo Total de Ciclo	min	1,65	3,87						
t	Veloc (ida) Média	m/min								
u	Velocidade de Retorno	m/min								
OBSERVAÇÕES:			FÓRMULAS							
Equipamento que comanda a equipe = <i>Trator de Esteiras com Lâmina</i>			$P1 = (60 \cdot b \cdot g \cdot h \cdot i) / s$	$P1 = (60 \cdot b \cdot g \cdot h \cdot i) / s$						
PRODUÇÃO HORÁRIA			320	136						
NÚMERO DE UNIDADES			1	3	1					
UTILIZAÇÃO	PRODUTIVA		1,00	0,79	0,05					
	IMPRODUTIVA		0,00	0,21	0,95					
PRODUÇÃO DA EQUIPE			320							

CUSTO UNITÁRIO DO SERVIÇO						
SERVIÇO:		Esc. Carga transp.mat. 1ª categoria DMT 50 a 200m				UNIDADE: R\$/m3
EQUIPAMENTO	QUANT.	UTILIZAÇÃO		CUSTO OPERACIONAL		CUSTO HORÁRIO
		PROD.	IMPROD.	PROD.	IMPROD.	
Trator de Esteriras c/ Lâmina	1,00	1,00	0,00	297,11	147,83	297,11
Motoscraper	3,00	0,79	0,21	317,32	162,64	854,49
Motoniveladora	1,00	0,05	0,95	97,59	48,52	50,96
(A) TOTAL						1202,56
MÃO DE OBRA SUPLEMENTAR		K	Q	SALARIO BASE	CUSTO HORÁRIO	
Encarregado de Turma		4,1	1	3,08	12,62	
Servente		2,0	3,0	3,08	18,48	
(B) TOTAL						31,10
(C) PRODUÇÃO DA EQUIPE		320	CUSTO HORÁRIO TOTAL =(A+B)			1.233,63
(D)CUSTO UNITÁRIO DE EXECUÇÃO		[(A)+(B)] / (C)=(D)				3,85
MATERIAIS		UNIDADE	CUSTO	CONSUMO	CUSTO UNITÁRIO	
(E) TOTAL						0,00
(F) CUSTO UNITÁRIO S/ TRANS.				D+E=F		3,85
TRANSPORTE		D.M.T	CUSTO	CONSUMO	CUSTO UNITÁRIO	
(G) TOTAL						0,00
CUSTO UNIT. DIRETO TOTAL				(F + G)		3,85
BONIFICAÇÃO (BDI)		32,3%				1,24
CUSTO UNITÁRIO TOTAL						5,09
Observação						

5.3 - Composição do Custo Unitário Total do Serviço de: **Sub-base de solo estabilizado granulométricamente sem mistura.**

Dados:

- Óleo Diesel: R\$ 1,56/litro
- Salário Mínimo: R\$ 300,00/mês
- Encargos sobre a Mão-de-Obra: 132,5%
- Taxa de Juros: 08% ao ano
- B.D.I.: 34,20%
- Transporte Local para o material de 1ª categoria (solo) em rodovia não pavimentada, com D.M.T. = 10 km, utilizando caminhão basculante com capacidade para 15 ton ou 10 m³

Equipamento	Valores de K p/ manutenção <i>Tabela 2.3</i>	Valores de K p/ mão-de-obra <i>Tabelas 2.4 e 2.5</i>	Combustível <i>Tabela 2.1</i>
Rolo Pé de Carneiro Auto Propelido Vibratório	0,8	Operador de Equipamento Leve (2) = 2,7	Diesel
Motoniveladora	0,9	Operador de Equipamento Especial = 3,7	Diesel
Trator Agrícola	0,7	Operador de Equipamento Leve (2) = 2,7	Diesel
Grade de disco - Rebocável	0,6	-----	-----
Rolo de Pneus Auto Propelido	0,7	Operador de Equipamento Leve (2) = 2,7	Diesel
Caminhão Tanque - 10.000 L	0,8	Motorista de Caminhão = 3,2	Diesel
Caminhão Basculante - 10m ³ ou 15 ton.	0,9	Motorista de Caminhão = 3,2	Diesel

CUSTO HORÁRIO DE UTILIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS

DISCRIMINAÇÃO	C.S. POTÊNCIA	VIDA ÚTIL	HORAS TRABALHADO	VALOR DE AQUISIÇÃO	RESIDUAL	DEPRECIACÃO	JUROS	MANUTENÇÃO	OPERAÇÃO		CUSTO HORÁRIO	
									MATERIAL	MÃO DE OBRA	IMPRODUTIVO	PRODUTIVO
	Kw	n	HTA	VA (R\$)	r (%)	CD	CJ	CM	CMA	CMO	CHI	CHP
Rolo Pé de Carneiro Auto	M 85	6	1750	315.000,00	10,00	27,00	8,40	24,00	17,80	8,55	43,95	85,75
Propelido Vibratório												
Motoniveladora	M 104	7,5	2000	454.848,00	20,00	24,25	10,30	27,29	21,78	11,72	46,27	95,34
Trator Agrícola	M 77	8	1250	125.046,00	20,00	10,00	4,50	8,75	16,12	8,55	23,05	47,92
Grade de disco - Rebocável	M 0	10	1000	11.044,56	5,00	1,04	0,48	0,66	0,00	0,00	1,52	2,18
Rolo de Pneus Auto Propelido	M 97	6,8	1750	339.299,74	15,00	24,23	8,89	19,95	20,31	8,55	41,67	81,93
Caminhão Tanque - 10.000l	M 170	5,3	2000	189.491,07	20,00	14,30	4,50	14,30	35,61	10,14	28,94	78,85
Caminhão Basculante - 10m ³	M 170	5,3	2000	200.209,07	20,00	15,11	4,75	16,99	35,61	10,14	30,00	82,60
$CD = \frac{VA - R}{n \cdot HTA}$ $CJ = \frac{Vm \cdot i}{HTA}$ $Vm = (n+1) \cdot VA$ $CM = \frac{VA \cdot K}{n \cdot HTA}$ $CHP = CD + CJ + CM + CMA + CMO$ $R = \frac{VA \cdot r(\%)}{100}$ $CHI = CD + CJ + CMO$												
$CMO = K \cdot \text{Salário Base}$ Salário Base = SMH . [1+ Encargos sobre a mão de obra(%)] Salário Base = $\frac{300 \cdot 2.325}{220} = R\$3,17/\text{hora}$												
$n \text{ e } HTA = \text{Tabela 2.1}$ $r(\%) = \text{Tabela 2.2}$ $K \text{ p/CM} = \text{Tabela 2.3}$ $K \text{ p/CMO} = \text{Tabela 2.4}$												

PRODUÇÃO DA EQUIPE MECÂNICA

SERVIÇO: Sub-base de solo estabilizado granulométricamente sem mistura							UNIDADE: m ³ /	
REF.	VARIÁVEIS INTERVENIENTES	UNIDADE	EQUIPAMENTOS					
			Rolo Pé de Carneiro Auto Propelido Vibratório	Motoniveladora	Trator Agrícola	Grade de disco - Reboçável	Rolo de Pneus Auto Propelido	Caminhão Tanque - 10.000 L
a	Afastamento							
b	Capacidade	L						10000
c	Consumo (Quant.)	L/m ³						55
d	Distância	m		300				5000
e	Espaçamento							
f	Espessura	m	0,20	0,20		0,20	0,20	
g	Fator de Carga							
h	Fator de Conversão							
i	Fator de Eficiência		0,83	0,83		0,83	0,83	0,83
j	Largura de Operação	m	2,13	3,55		2,65		
l	Largura de Superposição	m	0,20	0,20		0,20		
m	Largura de Utilização	m	1,93	3,35		2,45	1,94	
n	Número de Passadas		8	8		6	6	
o	Profundidade							
p	Tempo(fixo) Car/Des/Man.	min		0,25				38
q	Tempo de Perc. (ida)	min		2,78				10
r	Tempo de Retômo	min		2,78				10
s	Tempo Total de Ciclo	min		5,81				58
t	Veloc (ida) Média	m/min	70	110		80	67	500
u	Velocidade de Retômo	m/min		110		80		500
OBSERVAÇÕES:			FORMULAS					
Equipamento que comanda a equipe = <i>Rolo Pé de Carneiro Auto Propelido Vibratório</i>			$P1 = (60.f.i.m.t)/n$	$P1 = (60.f.d.i.m)/(n.s)$	$P1 = (60.f.i.m.t)/n$	$P1 = (60.f.i.m.t)/n$	$P1 = (60.b.i)/(c.s)$	
PRODUÇÃO HORÁRIA			168	215		325	216	156
NÚMERO DE UNIDADES			1	1	1	1	1	2
UTILIZAÇÃO	PRODUTIVA		1,00	0,78	0,52	0,52	0,78	0,54
	IMPRODUTIVA		0,00	0,22	0,48	0,48	0,22	0,46
PRODUÇÃO DA EQUIPE			168					

Calculo do Custo Unitário do Transporte Local

- 1) Rodovia: não pavimentada
- 2) Velocidade: 35 km/h = **V**
- 3) Veículo: caminhão basculante com capacidade para 15 ton ou 10 m³ = **C**
- 4) DMT = 10 km = **X**
- 5) Eficiência = 45/60 da hora = **E**
- 6) Tempo de espera = 5 minutos = 5/60 h = **T**

$$\text{Custo Unitário do Transporte} = \frac{\text{Custo Horário Produtivo de Utilização do Veículo}}{\text{Produção Horária do Veículo}}$$

Produção Horária do Veículo

$$P = \frac{c \cdot E}{2 \cdot \frac{X}{V} + T}$$

$$P = \frac{15 \cdot 45/60}{2 \cdot \frac{10}{35} + 5/60}$$

$$P = 17,18 \text{ ton/hora}$$

Custo Horário Produtivo do Veículo = **R\$ 82,60 / hora**Custo Unitário do Transporte = $\frac{82,60}{17,18}$ **Custo Unitário do Transporte = R\$ 4,80 / ton**

CUSTO UNITÁRIO DO SERVIÇO						
SERVIÇO: Sub-base de solo estabilizado granulometricamente sem mistura					UNIDADE: R\$/m ³	
EQUIPAMENTO	QUANT.	UTILIZAÇÃO		CUSTO OPERACIONAL		CUSTO HORÁRIO
		PROD.	IMPROD.	PROD.	IMPROD.	
Rolo Pé de Carneiro Auto Prop	1,00	1,00	0,00	85,75	43,95	85,75
Motoniveladora	1,00	0,78	0,22	95,34	46,27	84,53
Trator Agrícola	1,00	0,52	0,48	47,92	23,05	35,97
Grade de disco - Rebocável	1,00	0,52	0,48	2,18	1,52	1,85
Rolo de Pneus Auto Propelido	1,00	0,78	0,22	81,93	41,67	73,06
Caminhão Tanque - 10.000l	2,00	0,54	0,46	78,85	28,94	111,76
(A) TOTAL						392,92
MÃO DE OBRA SUPLEMENTAR		K	Q	SALARIO BASE	CUSTO HORÁRIO	
Encarregado de Pavimentação		7,0	1	3,17	22,19	
Servente		2,0	3,0	3,17	19,02	
(B) TOTAL						41,21
(C) PRODUÇÃO DA EQUIPE		168	CUSTO HORÁRIO TOTAL =(A+B)			434,13
(D)CUSTO UNITÁRIO DE EXECUÇÃO		[(A)+(B)] / (C)=(D)				2,58
MATERIAIS		UNIDADE	CUSTO	CONSUMO	CUSTO UNITÁRIO	
Solo (01)		m ³	8,00	1,15	9,20	
(E) TOTAL						9,20
(F) CUSTO UNITÁRIO S/ TRANS.				D+E=F		11,78
TRANSPORTE		D.M.T	CUSTO	CONSUMO	CUSTO UNITÁRIO	
Local - Solo para a pista (02)		10	4,78	1,84	8,79	
(G) TOTAL						8,79
CUSTO UNIT. DIRETO TOTAL				(F + G)		20,57
BONIFICAÇÃO (BDI)		34,2%				7,03
CUSTO UNITÁRIO TOTAL						27,60
Observação (01) = 1,15m ³ /m ³ (02) = 1,84 ton/m ³						

5.4 - Composição do Custo Unitário Total do Serviço de: **Base de solo melhorado com cimento e com mistura em usina - 6% em peso de cimento**

Dados:

- Óleo Diesel: R\$ 1,56/litro
- Salário Mínimo: R\$ 300,00/mês
- Encargos sobre a Mão-de-Obra: 139,20%
- Taxa de Juros: 09% ao ano
- B.D.I.: 28,5%
- Transporte Local para a mistura (solo+cimento), em rodovia não pavimentada, com DMT = 10km, utilizando o caminhão basculante com capacidade para 15 ton. ou 10m³.
- Transporte Comercial para o cimento, DMT = 20 km em rodovia pavimentada e DMT = 15 km em rodovia não pavimentada, utilizando o caminhão carroceria com capacidade para 9 ton.

Equipamento	Valores de K p/ manutenção <i>Tabela 2.3</i>	Valores de K p/ mão-de-obra <i>Tabelas 2.4 e 2.5</i>	Combustível <i>Tabela 2.1</i>
Usina Misturadora de Solos	0,7	Operador de Equipamento Especial = 3,7	-----
Grupo Gerador 150 KVA	0,5	Operador de Equipamento Leve (2) = 2,7	Diesel
Distribuidor de Agregados	0,7	Operador de Equipamento Pesado = 3,5	Diesel
Rolo de Pneus Auto Propelido	0,7	Operador de Equipamento Leve (2) = 2,7	Diesel
Caminhão Tanque - 10.000 L	0,8	Motorista de Caminhão = 3,2	Diesel
Rolo Tandem Vibratório - Auto Propelido	0,8	Operador de Equipamento Leve (2) = 2,7	Diesel
Estabilizador Tipo Pulvimix	0,7	Operador de Equipamento Especial = 3,7	Diesel
Caminhão Basculante - 10m ³ ou 15 ton.	0,9	Motorista de Caminhão = 3,2	Diesel
Caminhão Carroceria - 9 ton	0,8	Motorista de Caminhão = 3,2	Diesel

CUSTO HORÁRIO DE UTILIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS

DISCRIMINAÇÃO	C.S.	POTÊNCIA	VIDA ÚTIL	HORAS TRABALHADO	VALOR DE AQUISIÇÃO	RESIDUAL	DEPRECIACÃO	JUROS	MANUTENÇÃO	OPERAÇÃO		CUSTO HORÁRIO	
										HTA	VA (R\$)	r (%)	CD
Usina Misturadora de Solos	M	0	8	1750	405.600,00	10,00	26,07	11,73	20,28	0,00	12,06	49,86	70,14
Grupo Gerador 150 KVA	M	240	7	2000	47.871,54	15,00	2,90	1,23	1,70	50,27	8,80	12,93	64,90
Distribuidor de Agregados	M	40	8	1750	155.252,00	10,00	9,98	4,49	7,76	8,37	11,41	25,88	42,01
Rolo de Pneus Auto Propelido	M	97	6,8	1750	339.299,74	15,00	24,23	10,00	19,95	20,31	8,80	43,03	83,29
Caminhão Tanque - 10.000l	M	170	5,3	2000	189.491,07	20,00	14,30	5,06	14,30	35,61	10,43	29,79	79,70
Rolo Tandem Vibratório Auto P	M	112	6	1750	497.382,00	10,00	42,63	14,92	37,89	23,46	8,80	66,35	127,70
Estabilizador Tipo Pulvimix	M	250	8	1250	1.136.797,60	20,00	90,94	46,04	79,57	52,36	12,06	149,04	280,97
Caminhão Basculante - 10m3	M	170	5,3	2000	200.209,07	20,00	15,11	5,35	16,99	35,61	10,43	30,89	83,49
Caminhão Carroceria - 9 ton	M	150	5,8	2000	130.450,00	20,00	8,90	3,44	8,99	31,42	10,43	22,86	63,27
$CD = \frac{VA - R}{n \cdot HTA}$													
$R = \frac{VA \cdot r(\%)}{100}$													
$CJ = \frac{Vm \cdot i}{HTA}$													
$CM = \frac{VA \cdot K}{n \cdot HTA}$													
$CHP = CD + CJ + CM + CMA + CMO$													
$CHI = CD + CJ + CMO$													
$CMO = K \cdot \text{Salário Base}$													
$\text{Salário Base} = SMH \cdot [1 + \text{Encargos sobre a mão de obra}(\%)]$													
$\text{Salário Base} = 300 \cdot \frac{220}{100} = R\$3,26/\text{hora}$													
$n \text{ e } HTA = \text{Tabela 2.1}$													
$r(\%) = \text{Tabela 2.2}$													
$K \text{ p/ } CM = \text{Tabela 2.3}$													
$K \text{ p/ } CMO = \text{Tabela 2.4}$													

PRODUÇÃO DA EQUIPE MECÂNICA

SERVIÇO: Base de solo melhorado c/ cimento c/ mistura em usina - 6% em peso de cimento			UNIDADE: m ³ /h						
REL.	VARIÁVEIS INTERVENIENTES	UNIDADE	EQUIPAMENTOS						
			Usina Misturadora de Solos	Grupo Gerador 150 KVA	Distribuidor de Agregados	Rolo de Pneus Auto Propelido	Caminhão Tanque - 10.000 L	Rolo Tanden Vibratório Auto Propelido	Estabiliza dor Tipo Pulvimix
a	Afastamento								
b	Capacidade	m ³	150				10		
c	Consumo (Quant.)	L/m ³					50		
d	Distância	m			8,33				
e	Espaçamento								
f	Espessura	m			0,20	0,20		0,20	0,20
g	Fator de Carga								
h	Fator de Conversão								
i	Fator de Eficiência		0,83		0,83	0,83	0,83	0,83	0,83
j	Largura de Operação								
l	Largura de Superposição								
m	Largura de Utilização	m			3,60	1,94		1,67	2,44
n	Número de Passadas					8		8	
o	Profundidade								
p	Tempo(fixo) Car/Des/Man.	min					38		
q	Tempo de Perc. (ida)	min					10		
r	Tempo de Retorno	min					10		
s	Tempo Total de Ciclo	min			2,20		58		
t	Veloc (ida) Média	m/min				67	500	80	6
u	Velocidade de Retorno	m/min					500		
OBSERVAÇÕES:			FÓRMULAS						
Equipamento que comanda a									
equipe =									
<i>Usina Misturadora de Solos</i>			$P=b.i$		$P=(60.d.f.i.m.)/s$	$P=(60.f.i.m.t)/n$	$P=(60.b.i.1000)/(c.s)$	$P=(60.f.i.m.t)/n$	$P=60.f.i.m.t$
PRODUÇÃO HORÁRIA			125		136	162	172	166	146
NÚMERO DE UNIDADES			1	1	1	1	1	1	1
UTILIZAÇÃO	PRODUTIVA		1,00	1,00	0,92	0,77	0,73	0,75	0,86
	IMPRODUTIVA		0,00	0,00	0,08	0,23	0,27	0,25	0,14
PRODUÇÃO DA EQUIPE			125						

Calculo dos Custos Unitários de Transporte dos Materiais

- **Custo Unitário do Transporte Local**

- 1) Rodovia: não pavimentada
- 2) Velocidade: 35 km/h = **V**
- 3) Veículo: caminhão basculante com capacidade para 15 ton ou 10 m³
= **C**
- 4) DMT = 10 km = **X**
- 5) Eficiência = 45/60 da hora = **E**
- 6) Tempo de espera = 5 minutos = 5/60 h = **T**

$$\text{Custo Unitário do Transporte} = \frac{\text{Custo Horário Produtivo de Utilização do Veículo}}{\text{Produção Horária do Veículo}}$$

Produção Horária do Veículo

$$P = \frac{c \cdot E}{2 \cdot \frac{X}{V} + T}$$

$$P = \frac{15 \cdot 45/60}{2 \cdot \frac{10}{35} + 5/60}$$

$$P = 17,18 \text{ ton/hora}$$

Custo Horário Produtivo do Veículo = R\$ 83,49 / hora

$$\text{Custo Unitário do Transporte} = \frac{83,49}{17,18}$$

Custo Unitário do Transporte = R\$ 4,85 / ton

- **Custo Unitário do Transporte Comercial – DMT= 20Km**

- 1) Rodovia: pavimentada
- 2) Velocidade: 60 km/h = **V**
- 3) Veículo: caminhão carroceria c/ capacidade para 9,0 ton. = **C**
- 4) DMT = 20 km = **X**
- 5) Eficiência = 50/60 da hora = **E**
- 6) Tempo de espera = 0 = **T**

$$\text{Custo Unitário do Transporte} = \frac{\text{Custo Horário Produtivo de Utilização do Veículo}}{\text{Produção Horária do Veículo}}$$

Produção Horária do Veículo

$$P = \frac{c \cdot E}{2 \cdot \frac{X}{V} + T}$$

$$P = \frac{9 \cdot 50/60}{2 \cdot \frac{20}{60} + 0}$$

$$P = 11,25 \text{ ton/hora}$$

Custo Horário Produtivo do Veículo = R\$ 63,27 / hora

$$\text{Custo Unitário do Transporte} = \frac{63,27}{11,25}$$

Custo Unitário do Transporte = R\$ 5,62/ ton

- **Custo Unitário do Transporte Comercial – DMT= 15Km**

- 1) Rodovia: não pavimentada
- 2) Velocidade: 40 km/h = **V**
- 3) Veículo: caminhão carroceria c/ capacidade para 9 ton = **C**
- 4) DMT = 15 km = **X**
- 5) Eficiência = 50/60 da hora = **E**
- 6) tempo de espera = 0 = **T**

Custo Unitário do Transporte= $\frac{\text{Custo Horário Produtivo de Utilização do Veículo}}{\text{Produção Horária do Veículo}}$

Produção Horária do Veículo

$$P = \frac{c \cdot E}{2 \cdot \frac{X}{V} + T}$$

$$P = \frac{9 \cdot 50/60}{2 \cdot \frac{15}{40} + 0}$$

$$P = 10,00 \text{ ton/hora}$$

Custo Horário Produtivo do Veículo = R\$ 63,27 / hora

$$\text{Custo Unitário do Transporte} = \frac{63,27}{10,00}$$

Custo Unitário do Transporte = R\$ 6,32/ ton

Custo Unitário Total do Transporte Comercial= R\$ 5,62 / ton + R\$ 6,32/ ton =

R\$ 11,94/ ton

CUSTO UNITÁRIO DO SERVIÇO						
SERVIÇO: Base de solo melhorado com cimento com mistura em usina - 6% em peso de cimento					UNIDADE: R\$/m ³	
EQUIPAMENTO	QUANT.	UTILIZAÇÃO		CUSTO OPERACIONAL		CUSTO HORÁRIO
		PROD.	IMPROD.	PROD.	IMPROD.	
Usina Misturadora de Solos	1,00	1,00	0,00	70,14	49,86	70,14
Grupo Gerador 150 KVA	1,00	1,00	0,00	64,90	12,93	64,90
Distribuidor de Agregados	1,00	0,92	0,08	42,01	25,88	40,71
Rolo de Pneus Auto Propelido	1,00	0,77	0,23	83,29	43,03	74,03
Caminhão Tanque - 10.000l	1,00	0,73	0,27	79,70	29,79	66,22
Rolo Tandem Vibratório Auto Pr	1,00	0,75	0,25	127,70	66,35	112,36
Estabilizador Tipo Pulvimix	1,00	0,86	0,14	280,97	149,04	262,49
(A) TOTAL						690,85
MÃO DE OBRA SUPLEMENTAR		K	Q	SALARIO BASE		CUSTO HORÁRIO
Encarregado de Pavimentação		7,0	1	3,26		22,82
Servente		2,0	3,0	3,26		19,56
(B) TOTAL						42,38
(C) PRODUÇÃO DA EQUIPE		125	CUSTO HORÁRIO TOTAL =(A+B)			733,23
(D)CUSTO UNITÁRIO DE EXECUÇÃO		[(A)+(B)] / (C)=(D)				5,86
MATERIAIS		UNIDADE	CUSTO	CONSUMO	CUSTO UNITÁRIO	
Solo (01)		m ³	8,00	1,15	9,20	
Cimento (02)		ton	320,00	0,126	40,32	
(E) TOTAL						49,52
(F) CUSTO UNITÁRIO S/ TRANS.				D+E=F		55,38
TRANSPORTE		D.M.T	CUSTO	CONSUMO	CUSTO UNITÁRIO	
Local - Mistura para a pista (03)		10	4,85	2,10	10,18	
Comercial - Cimento (04)		20+15	11,94	0,126	1,50	
(G) TOTAL						11,68
CUSTO UNIT. DIRETO TOTAL				(F + G)		67,06
BONIFICAÇÃO (BDI)		28,5%				19,11
CUSTO UNITÁRIO TOTAL						86,17
Observação						
(01) = 1,15m ³ /m ³						
(02) = 2,10 ton/m ³ - mistura solo + cimento x 6% (cimento) = 0,126 ton/m ³						
(03) = 2,10 ton/m ³ - mistura solo +cimento						
(04) = 2,10 ton/m ³ - mistura solo + cimento x 6% (cimento) = 0,126 ton/m ³						

5.5 - Composição do Custo Unitário Total do Serviço de: **Imprimação**

Dados:

- Óleo Diesel: R\$ 1,56/litro
- Salário Mínimo: R\$ 300,00/mês
- Encargos sobre a Mão-de-Obra: 128,20%
- Taxa de Juros: 06% ao ano
- B.D.I.: 29,80%
- Transporte para o material asfáltico em rodovia pavimentada, com DMT = 400km, utilizando caminhão para transporte de material asfáltico. com capacidade para 20 ton

Equipamento	Valores de K p/ manutenção <i>Tabela 2.3</i>	Valores de K p/ mão-de-obra <i>Tabelas 2.4 e 2.5</i>	Combustível <i>Tabela 2.1</i>
Equipamento de Distribuição de Asfalto montado em caminhão	0,9	Motorista de Caminhão = 3,2	Diesel
Vassoura Mecânica Rebocável	0,6	-----	-----
Trator Agrícola	0,7	Operador de Equipamento Leve (2) = 2,7	Diesel
Tanque de Estocagem de Asfalto - 20.000L	0,5	-----	-----
Caminhão p/ Transporte de Material Asfáltico – 20 ton.	0,8	Motorista de Caminhão = 3,2	Diesel

PRODUÇÃO DA EQUIPE MECÂNICA

SERVIÇO: Imprimação						UNIDADE: m ² /h			
REF.	VARIÁVEIS INTERVENIENTES	UNIDADE	EQUIPAMENTOS						
			Equipamento de Distribuição de Asfalto - montado em caminhão	Vassoura Mecânica - Rebocável	Trator Agrícola	Tanque de Estocagem de Asfalto - 20.000L			
a	Afastamento								
b	Capacidade	L	6000						
c	Consumo (Quant.)	L/m ²	1,2						
d	Distância	m	15000						
e	Espaçamento								
f	Espessura	m							
g	Fator de Carga								
h	Fator de Conversão								
i	Fator de Eficiência		0,60	0,83					
j	Largura de Operação								
l	Largura de Superposição								
m	Largura de Utilização	m		2,60					
n	Número de Passadas			5					
o	Profundidade								
p	Tempo(fixo) Car/Des/Man.	min	100						
q	Tempo de Perc. (ida)	min	30						
r	Tempo de Retorno	min	30						
s	Tempo Total de Ciclo	min	160						
t	Veloc (ida) Média	m/min	500	130					
u	Velocidade de Retorno	m/min	500	130					
OBSERVAÇÕES:			FORMULAS						
Equipamento que comanda a equipe =									
Equipamento de Distribuição de Asfalto - montado em caminhão			$P = (60 \cdot b \cdot i) / (c \cdot s)$	$P = (60 \cdot i \cdot m \cdot t) / n$					
PRODUÇÃO HORÁRIA			1125	3366					
NÚMERO DE UNIDADES			1	1	1	2			
UTILIZAÇÃO	PRODUTIVA		1,00	0,34	0,34	1,00			
	IMPRODUTIVA		0,00	0,66	0,66	0,00			
PRODUÇÃO DA EQUIPE			1125						

Calculo do Custo Unitário do Transporte de Material Asfáltico

- 1) Rodovia: pavimentada
- 2) Velocidade: 60 km/h = **V**
- 3) Veículo: caminhão para transporte de material asfáltico c/ capacidade para 20 ton = **C**
- 4) DMT = 400 km = **X**
- 5) Eficiência = 55/60 da hora = **E**
- 6) Tempo de espera = 0 = **T**

$$\text{Custo Unitário do Transporte} = \frac{\text{Custo Horário Produtivo de Utilização do Veículo}}{\text{Produção Horária do Veículo}}$$

Produção Horária do Veículo

$$P = \frac{c \cdot E}{2 \cdot \frac{X}{V} + T}$$

$$P = \frac{20 \cdot 55/60}{2 \cdot \frac{400}{60} + 0}$$

$$P = 1,375 \text{ ton/hora}$$

Custo Horário Produtivo do Veículo = R\$ 152,85/ hora

$$\text{Custo Unitário do Transporte} = \frac{152,85}{1,375}$$

Custo Unitário do Transporte = R\$ 111,16/ ton

CUSTO UNITÁRIO DO SERVIÇO						
SERVIÇO: Imprimação					UNIDADE: R\$/m ²	
EQUIPAMENTO	QUANT.	UTILIZAÇÃO		CUSTO OPERACIONAL		CUSTO HORÁRIO
		PROD.	IMPROD.	PROD.	IMPROD.	
Equip. Distribuição de Asfalto	1,00	1,00	0,00	82,76	32,99	82,76
Vassoura Mecânica	1,00	0,34	0,66	4,35	2,92	3,40
Trator Agrícola	1,00	0,34	0,66	46,63	21,76	30,21
Tanque de Estocagem de Asfa	2,00	1,00	0,00	3,47	2,43	6,94
(A) TOTAL						123,32
MÃO DE OBRA SUPLEMENTAR		K	Q	SALARIO BASE		CUSTO HORÁRIO
Encarregado de Pavimentação		7,0	1	3,11		21,77
Servente		2,0	3,0	3,11		18,66
(B) TOTAL						40,43
(C) PRODUÇÃO DA EQUIPE		1.125	CUSTO HORÁRIO TOTAL =(A+B)			163,74
(D)CUSTO UNITÁRIO DE EXECUÇÃO		[(A)+(B)] / (C)=(D)				0,14
MATERIAIS		UNIDADE	CUSTO	CONSUMO	CUSTO UNITÁRIO	
Asfalto Diluído CM-30 (01)		ton	1.329,02	0,0012	1,59	
(E) TOTAL						1,59
(F) CUSTO UNITÁRIO S/ TRANS.				D+E=F		1,73
TRANSPORTE		D.M.T	CUSTO	CONSUMO	CUSTO UNITÁRIO	
Material Asfáltico (02)		400	111,16	0,0012	0,13	
(refinaria para armazenamento)						
(G) TOTAL						0,13
CUSTO UNIT. DIRETO TOTAL				(F + G)		1,86
BONIFICAÇÃO (BDI)		29,8%			0,55	
CUSTO UNITÁRIO TOTAL						2,41
Observação						
(01) = 0,0012 ton/m ²						
(02) = 0,0012 ton/m ²						

5.6 - Composição do Custo Unitário Total do Serviço de: **Tratamento Superficial Duplo (TSD) com Emulsão**

Dados:

- Óleo Diesel: R\$ 1,56/litro
- Salário Mínimo: R\$ 300,00/mês
- Encargos sobre a Mão-de-Obra: 138,30%
- Taxa de Juros: 07% ao ano
- B.D.I.: 30,50%
- Transporte Local para a brita, em rodovia não pavimentada, com DMT = 20km, utilizando o caminhão basculante com capacidade para 10,5 toneladas ou 6,5 m³.
- Transporte para o material asfáltico em rodovia pavimentada, com DMT = 400km, utilizando caminhão para transporte de material asfáltico com capacidade para 20 ton

Equipamento	Valores de K p/ manutenção <i>Tabela 2.3</i>	Valores de K p/ mão-de-obra <i>Tabelas 2.4 e 2.5</i>	Combustível <i>Tabela 2.1</i>
Equipamento de Distribuição de Asfalto montado em caminhão	0,9	Motorista de Caminhão = 3,2	Diesel
Distribuidor de Agregados Rebocável	0,5	-----	-----
Rolo de Pneus Auto - Propelido	0,7	Operador de Equipamento Leve (2) = 2,7	Diesel
Vassoura Mecânica Rebocável	0,6	-----	-----
Trator Agrícola	0,7	Operador de Equipamento Leve (2) = 2,7	Diesel
Tanque de Estocagem de Asfalto - 20.000L	0,5	-----	-----
Carregadeira de Pneus	0,7	Operador de Equipamento Pesado = 3,5	Diesel
Caminhão Basculante - 6m ³ ou 10,5 ton	0,9	Motorista de Caminhão = 3,2	Diesel
Caminhão p/ Transporte de Material Asfáltico – 20 ton.	0,8	Motorista de Caminhão = 3,2	Diesel

CUSTO HORÁRIO DE UTILIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS

DISCRIMINAÇÃO	C.S.	POTÊNCIA Kw	VIDA ÚTIL n	HORAS TRABALHADAS HTA	VALOR DE AQUISIÇÃO VA (R\$)	RESIDUAL r (%)	DEPRECIACÃO CD	JUROS CJ	MANUTENÇÃO CM	OPERAÇÃO		CUSTO HORÁRIO	
										MATERIAL CMA	MÃO DE OBRA CMO	IMPRODUTIVO CHI	PRODUTIVO CHP
Equipamento de Distrib. De Asfalto	M	150	10	1250	254.970,00	20,00	16,31	7,85	18,35	31,42	10,36	34,52	84,29
Distribuidor de Agregados - Rebocável	M	0	10	1250	27.119,00	10,00	1,95	0,83	1,08	0,00	0,00	2,78	3,86
Rolo de Pneus Auto Propellido	M	97	6,8	1750	339.299,74	15,00	24,23	7,78	19,95	20,31	8,74	40,75	81,01
Vassoura Mecânica - Rebocável	M	0	10	1000	23.835,36	10,00	2,14	0,91	1,43	0,00	0,00	3,05	4,48
Trator Agrícola	M	77	8	1250	125.046,00	20,00	10,00	3,93	8,75	16,12	8,74	22,67	47,54
Tanque de Estocagem de Asfalto - 20000 l	M	0	8	2500	41.721,06	10,00	1,87	0,65	1,04	0,00	0,00	2,52	3,56
Carregadeira de Pneus	M	79	5	2000	295.000,00	20,00	23,60	6,19	20,65	16,54	11,34	41,13	78,32
Caminhão Basculante - 6 m3 ou 10,5 ton	M	150	5,3	2000	141.511,00	20,00	10,68	2,94	12,01	31,42	10,36	23,98	67,41
Caminhão para Transporte de Material Asf.	M	380	6	2000	419.809,00	20,00	27,98	8,57	27,98	79,60	10,36	46,91	154,49
$CD = \frac{VA - R}{n \cdot HTA}$													
$R = VA \cdot r(\%)$													
100													
$CMA = 0,13428 \cdot KW$. custo de 1 litro de diesel $CMA = 0,18278 \cdot KW$. custo de 1 litro de gasolina													
n e $HTA = Tabela 2.1$													
$r(\%) = Tabela 2.2$													
$K p/CM = Tabela 2.3$													
$K p/CMO = Tabela 2.4$													
$CM = \frac{VA \cdot K}{n \cdot HTA}$													
$CHP = CD + CJ + CM + CMA + CMO$													
$CHI = CD + CJ + CMO$													
$CMO = K \cdot Salário Base$													
$Salário Base = SMH \cdot [1 + Encargos sobre a mão de obra(\%)]$													
100													
$Salário Base = 300 \cdot 2,383 = R\$3,24/hora$													
220													

PRODUÇÃO DA EQUIPE MECÂNICA

SERVIÇO: Tratamento Superficial Duplo(TSD) com Emulsão			UNIDADE: m ² /h					
REF.	VARIÁVEIS INTERVENIENTES	UNIDADE	EQUIPAMENTOS					
			Equipamento de Distribuição de Asfalto - montado em caminhão	Distribuidor de Agregados - Rebocável	Rolo de Pneu Auto - Propelido	Vassoura Mecânica - Rebocável	Trator Agrícola	Tanque de Estocagem de Asfalto - 20.000L
a	Afastamento							
b	Capacidade	m ³	6	6				1,30
c	Consumo (Quant.)	m ³ /m ²	3	0,0247				0,0247
d	Distância	m	15000	68				
e	Espaçamento							
f	Espessura	m						
g	Fator de Carga							0,90
h	Fator de Conversão							
i	Fator de Eficiência		0,60	0,83	0,83	0,83		0,83
j	Largura de Operação							
l	Largura de Superposição							
m	Largura de Utilização	m		3,60	1,94	2,60		
n	Número de Passadas			2	6	6		
o	Profundidade							
p	Tempo(fixo) Car/Des/Man.	min	150					
q	Tempo de Perc. (ida)	min	30					
r	Tempo de Retorno	min	30					
s	Tempo Total de Ciclo	min	210	8				0,5
t	Veloc (ida) Média	m/min	500		67	80		
u	Velocidade de Retorno	m/min	500					
OBSERVAÇÕES:			FORMULAS					
Equipamento que comanda a equipe = Equipamento de Distribuição de Asfalto - montado em caminhão			$P = (60 \cdot b \cdot i \cdot 1000) / (c \cdot s)$	$P = (60 \cdot b \cdot i) / (c \cdot s \cdot n)$	$P = (60 \cdot i \cdot m \cdot t) / n$	$P = (60 \cdot i \cdot m \cdot t) / n$		$P = (60 \cdot b \cdot g \cdot i) / (c \cdot s)$
PRODUÇÃO HORÁRIA			343	756	1079	1726		4718
NÚMERO DE UNIDADES			1	1	1	1	2	2
UTILIZAÇÃO	PRODUTIVA		1,00	0,45	0,32	0,20	0,33	1,00
	IMPRODUTIVA		0,00	0,55	0,66	0,80	0,67	0,00
PRODUÇÃO DA EQUIPE			343					

Calculo dos Custos Unitários de Transportes dos Materiais

- **Custo Unitário do Transporte Local**

- 1) Rodovia: não pavimentada
- 2) Velocidade: 35 km/h = **V**
- 3) Veículo: caminhão basculante com capacidade para 10,5 ton ou 6,00 m³
= **C**
- 4) DMT = 20 km = **X**
- 5) Eficiência = 45/60 da hora = **E**
- 6) Tempo de espera = 5 minutos = 5/60 h = **T**

Custo Unitário do Transporte = $\frac{\text{Custo Horário Produtivo de Utilização do Veículo}}{\text{Produção Horária do Veículo}}$

Produção Horária do Veículo

$$P = \frac{c \cdot E}{2 \cdot \frac{X}{V} + T}$$

$$P = \frac{6 \cdot 45/60}{2 \cdot \frac{20}{35} + 5/60}$$

$$P = 3,67 \text{ m}^3/\text{hora}$$

Custo Horário Produtivo do Veículo = R\$ 67,41 / hora

$$\text{Custo Unitário do Transporte} = \frac{67,41}{3,67}$$

Custo Unitário do Transporte = R\$ 18,36 / m³

- **Custo Unitário do Transporte de Material Asfáltico**

- 1) Rodovia: pavimentada
- 2) Velocidade: 60 km/h = **V**
- 3) Veículo: caminhão para transporte de material asfáltico c/ capacidade para 20 ton = **C**
- 4) DMT = 400 km = **X**
- 5) Eficiência = 55/60 da hora = **E**
- 6) Tempo de espera = 0 = **T**

$$\text{Custo Unitário do Transporte} = \frac{\text{Custo Horário Produtivo de Utilização do Veículo}}{\text{Produção Horária do Veículo}}$$

Produção Horária do Veículo

$$P = \frac{c \cdot E}{2 \cdot \frac{X}{V} + T}$$

$$P = \frac{20 \cdot 55/60}{2 \cdot \frac{400}{60} + 0}$$

$$P = 1,375 \text{ ton/hora}$$

Custo Horário Produtivo do Veículo = R\$ 154,49 / hora

Custo Unitário do Transporte = $\frac{154,49}{1,375}$

Custo Unitário do Transporte = R\$ 112,35 / ton

CUSTO UNITÁRIO DO SERVIÇO						
SERVIÇO: Tratamento Superficial Duplo (TSD) com Emulsão						UNIDADE: R\$/m ²
EQUIPAMENTO	QUANT.	UTILIZAÇÃO		CUSTO OPERACIONAL		CUSTO HORÁRIO
		PROD.	IMPROD.	PROD.	IMPROD.	
Equipamento de Distrib. De Asfalto	1,00	1,00	0,00	84,29	34,52	84,29
Distribuidor de Agregados - Rebocável	1,00	0,45	0,55	3,86	2,78	3,25
Rolo de Pneus Auto Propelido	1,00	0,32	0,68	81,01	40,75	53,63
Vassoura Mecânica - Rebocável	1,00	0,20	0,80	4,48	3,05	3,33
Trator Agrícola	2,00	0,33	0,67	47,54	22,67	61,72
Tanque de Estocagem de Asfalto - 20000 l	2,00	1,00	0,00	3,56	2,52	7,12
Carregadeira de Pneus	1,00	0,07	0,93	78,32	41,13	43,73
(A) TOTAL						257,07
MÃO DE OBRA SUPLEMENTAR			K	Q	SALARIO BASE	CUSTO HORÁRIO
Encarregado de Pavimentação			7,0	1	3,24	22,68
Servente			2,0	8,0	3,24	51,84
(B) TOTAL						74,52
(C) PRODUÇÃO DA EQUIPE		343	CUSTO HORÁRIO TOTAL =(A+B)			331,59
(D)CUSTO UNITÁRIO DE EXECUÇÃO		[(A)+(B)] / (C)=(D)				0,96
MATERIAIS			UNIDADE	CUSTO	CONSUMO	CUSTO UNITÁRIO
Emulsão Asfáltica RR-2C (01)			ton	774,83	0,0035	2,71
Brita (02)			m ³	21,00	0,0375	0,78
(E) TOTAL						3,49
(F) CUSTO UNITÁRIO S/ TRANS.					D+E=F	4,45
TRANSPORTE			D.M.T	CUSTO	CONSUMO	CUSTO UNITÁRIO
Material Asfáltico (03) (refinaria para armazenamento)			400	111,16	0,0035	0,39
Local - Brita (04)			20	18,37	0,0375	0,68
(G) TOTAL						1,07
CUSTO UNIT. DIRETO TOTAL					(F + G)	5,52
BONIFICAÇÃO (BDI)			30,5%			1,68
CUSTO UNITÁRIO TOTAL						7,20
Observação						
(01) = 0,0035 ton/m ²						
(02) = 0,0375 m ³ /m ²						
(03) = 0,0035 ton/m ²						
(04) = 0,0375 m ³ /m ²						

6 BIBLIOGRAFIA

DNER – “**Manual de Composição de Custos Rodoviários**”, Rio de Janeiro, 1972

DNER – “**Manual de Composição de Custos Rodoviários**”, Rio de Janeiro, 1980

DNER – “**Manual de Composição de Custos Rodoviários**”, Rio de Janeiro, 2003

PEREIRA, D.M.; RATTON, E.; BLASI, G.F.; KUSTER FILHO, W. – “**Composição de Custos Rodoviários**”, Diretório Acadêmico de Engenharia Civil, Universidade Federal do Paraná, 1997.

PEREIRA, D.M.; RATTON, E.; BLASI, G.F.; KUSTER FILHO, W. – “**Composição de Custos Rodoviários**”, Diretório Acadêmico de Engenharia Civil, Universidade Federal do Paraná, 2002.

BLASI, Gilza Fernandes; – “**Composição de Custos Rodoviários**”, Diretório Acadêmico de Engenharia Civil, Universidade Federal do Paraná, 1987.

BLASI, Gilza Fernandes; – “**Composição de Custos Rodoviários**”, Diretório Acadêmico de Engenharia Civil, Universidade Federal do Paraná, 1996.