



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE TRANSPORTES
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

DIEGO AGUIAR LIMA

ANÁLISE DOS CUSTOS DE SERVIÇOS DE TERRAPLENAGEM

FORTALEZA

2013

DIEGO AGUIAR LIMA

ANÁLISE DOS CUSTOS DE SERVIÇOS DE TERRAPLENAGEM

Monografia apresentada à disciplina Projeto de Graduação II da Coordenação do Curso de Engenharia Civil do Departamento de Tecnologia da Universidade Federal do Ceará como requisito parcial para obtenção do Título Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Bruno de Athayde Prata

FORTALEZA

2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

L697a Lima, Diego Aguiar.
Análise dos custos de serviços de terraplenagem / Diego Aguiar Lima. – 2013.
89f. : il. color., enc. ; 30 cm.

Monografia (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia. Departamento De Engenharia de Transportes. Curso de Engenharia Civil, Fortaleza, 2013.
Orientação: Prof. Dr. Bruno de Athayde Prata.

1. Equipamentos. 2. Orçamento. 3. Construção civil. I. Título.

CDD 620

DIEGO AGUIAR LIMA

ANÁLISE DOS CUSTOS DE SERVIÇOS DE TERRAPLENAGEM

Monografia apresentada à disciplina Projeto de Graduação II da Coordenação do Curso de Engenharia Civil do Departamento de Tecnologia da Universidade Federal do Ceará como requisito parcial para obtenção do Título Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovada em: ____ / ____ / ____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Bruno de Athayde Prata
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Mario Angelo Nunes de Azevedo Filho
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Eng. Msc. Viviane Adriano Falcão
Doutoranda – PETRAN/UFC

A Deus.

Aos meus pais, Mirvana e Osman.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Universidade Federal do Ceará, instituição que possibilitou minha formação como engenheiro civil.

Agradeço ao professor Bruno de Athayde Prata pela dedicação, paciência e pelo conhecimento compartilhado. Sou grato também ao professor Bruno pela impecável orientação que possibilitou a realização deste trabalho. Agradeço também ao professor Bruno pela consideração e, principalmente, pela amizade.

Agradeço ao professor Mário Angelo Nunes de Azevedo Filho pelas aulas de Projeto de Graduação, pela dedicação e paciência nas explicações. Agradeço ainda pela oportunidade de assistir suas aulas, o que viabilizou o pleno desenvolvimento desta monografia.

Agradeço à professora Marta Maria de Mendonça Bastos pela atenção, pela consideração que ela teve comigo, pelo grande aprendizado proporcionado na disciplina de Transportes. Agradeço também a professora Marta por ter entendido minha situação e por proporcionar meios que viabilizassem o desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço aos meus pais Mirvana e Osman pelo amor e apoio ao longo dos anos da minha vida.

Agradeço aos meus irmãos Diogo e Aline pelo apoio e respeito.

Agradeço a minha família e amigos por estarem comigo ao longo desses anos de faculdade e de mais essa conquista na minha vida.

Agradeço a minha namorada pela força, carinho, paciência e otimismo nos momentos difíceis.

“O domínio de uma profissão não exclui o seu aperfeiçoamento. Ao contrário, será mestre quem continuar aprendendo.” (Pierre Fürter).

RESUMO

No presente trabalho foi analisado e sistematizado o procedimento e a metodologia empregada na elaboração de custos rodoviários. Inicialmente, foram feitas considerações sobre a situação do setor de construção civil no que diz respeito aos desperdícios provocados pelo mau gerenciamento de equipamentos e materiais no empreendimento. Foram apresentados os principais equipamentos utilizados em obras de terraplenagem, assim como suas características técnicas operacionais. Foi apresentada a conceituação dos componentes dos custos unitários de transportes: equipamentos, mão-de-obra e materiais. Foram mensurados os parâmetros empregados pela metodologia adotada pelo DNIT para a composição de custos. Finalmente, foram apresentadas tabelas de custos unitários e feitas as devidas análises.

PALAVRAS-CHAVE: Equipamentos. Terraplenagem. Análise de Custos.

ABSTRACT

In this Monograph was analyzed and systematized the procedures and the methodology applied in the conception of costs in Highway Engineering. At beginning, was developed a critical analysis of civil construction in Brazil, with emphasis in the inefficiency of the processes. The main earthmoving equipments were presented, approaching their operational features. The components of the unitary costs were presented: fleet, labor and materials. The parameters used by DNIT were measured for the cost composition. Finally, the tables with the unitary costs were presented and analysed.

Key-Words: Equipments. Earthmoving. Cost Analysis.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 2.1: Trator montado sobre esteiras.....	23
Figura 2.2: Trator montado sobre pneus.	24
Figura 2.3: Trator com lâmina U.....	27
Figura 2.4: Trator com lâmina S.	28
Figura 2.5: Trator com lâmina SU.	28
Figura 2.6: Trator com lâmina C.....	28
Figura 2.7: Trator com escarificador.....	29
Figura 2.8: Scraper rebocado por trator de pneus.	30
Figura 2.9: <i>Motoscraper</i>	31
Figura 2.10: <i>Motoscraper</i> com motor traseiro.	32
Figura 2.11: <i>Motoscraper</i> com esteira elevatória.	32
Figura 2.12: <i>Motoscraper push-pull</i>	33
Figura 2.13: Carregadeira de esteiras.....	34
Figura 2.14: Carregadeira de pneus.....	35
Figura 2.15: Escavadeira com caçamba frontal.	36
Figura 2.16: Escavadeira <i>drag-line</i>	37
Figura 2.17: Escavadeira <i>clam-shell</i>	38
Figura 2.18: Escavadeira <i>retro-shovel</i>	39
Figura 2.19: Retroescavadeira.....	39
Figura 2.20: Motoniveladora.....	40
Figura 2.21: Caminhão basculante comum.	42
Figura 2.22: Vagão do tipo <i>bottom-dump</i>	43
Figura 2.23: Vagão do tipo <i>rear-dump</i>	43
Figura 2.24: Vagão do tipo <i>side-dump</i>	44

Figura 2.25: <i>Dumper</i>	44
Figura 2.26: Caminhão fora-de-estrada articulado.....	45
Figura 2.27: Caminhão fora-de-estrada rígido.	46
Figura 2.28: Compactador com rolos “pé-de-carneiro”	47
Figura 2.29: Rolo compactador pneumático.	48
Figura 2.30: Rolo compactador liso.	48
Figura 2.31: Rolo compactador estático liso.	49
Figura 3.1: Custo Unitário de Referência de Serviços (Desm. dest. limpeza áreas c/arv diam. até 0,15m).	72
Figura 3.2: Composição percentual do custo unitário de serviço (Desmatamento, destocamento e limpeza de áreas com árvores de diâmetro até 0,15m).	73
Figura 3.3: Custo Unitário de Referência de Serviços (Esc. carga tr. mat 2a c. DMT 200 a 400m c/carreg).	74
Figura 3.4: Composição percentual do custo unitário de serviço (Escavação, carga e transporte de material de 2a categoria para DMT 200 a 400m (com carregamento).	75
Figura 3.5: Custo Unitário de Referência de Serviços (Compactação de aterros 100% a proctor normal).	76
Figura 3.6: Composição percentual do custo unitário de serviço (Compactação de aterros a 100% proctor normal).	77
Figura 3.7: Custo Unitário de Referência de Serviços (Escavação mecânica de vala em mat. 2a categoria).	78
Figura 3.8: Composição percentual do custo unitário de serviço (Escavação mecânica de vala em material de 2a categoria).	79
Figura 3.9: Custo Unitário de Referência de Serviços (Areia extraída com trator e carregadeira).	80
Figura 3.10: Composição percentual do custo unitário de serviço (Areia extraída com trator e escavadeira).	81

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1: Características dos tipos de tratores.	24
Tabela 3.1: Tabela de valores residuais adotados pelo SINCTRAN.....	57
Tabela 3.2: Vida útil dos equipamentos. Valores adotados pelo SINCTRAN e DNIT.	58
Tabela 3.3: Número de horas trabalhadas por ano. Valores adotados pelo SINCTRAN e DNIT.....	58
Tabela 3.4: Coeficiente de Manutenção. Valores adotados pelo SINCTRAN e DNIT.	61
Tabela 3.5: Coeficiente de Materiais. Valores adotados pelo SINCTRAN e DNIT.....	62
Tabela 3.6: Coeficiente de Manutenção. Valores adotados pelo SINCTRAN e DNIT.	64

LISTAS DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANP	Agência Nacional de Petróleo
BDI	Bonificação e Despesas Indiretas
DNER	Departamento Nacional de Estradas de Rodagem
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
FAO	<i>Food and Agriculture Organization</i>
FGTS	Fundo de Garantia do Tempo de Serviço
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos
ICMS	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
INSS	Instituto Nacional do Seguro Social
LDI	Lucros e Despesas Indiretas
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
SESI	Serviço Social da Indústria
SICRO	Sistema de Custos Rodoviários
SINCTRAN	Sistema Nacional de Custos de Transportes
TCPO	Tabela de Composição de Preços para Orçamentos

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO	16
1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	16
1.2 JUSTIFICATIVA	16
1.3 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA	18
1.4 OBJETIVOS	18
1.4.1 Objetivo geral	18
1.4.2 Objetivos específicos	18
1.5 ETAPAS DA PESQUISA	18
1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO	19
CAPÍTULO 2 – EQUIPAMENTOS UTILIZADOS EM OBRAS DE TERRAPLENAGEM	21
2.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	21
2.2 CLASSIFICAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS	22
2.2.1 Unidades de tração (tratores)	23
2.2.2 Unidades escavo-empurradoras	25
2.2.3 Unidades escavo-transportadoras	29
2.2.3.1 Scraper rebocado	30
2.2.3.2 Scraper automotriz	31
2.2.4 Unidades escavo-carregadoras	31
2.2.4.1 Carregadeiras	34
2.2.4.2 Escavadeiras	35
2.2.4.2.1 Escavadeiras shovel	36
2.2.4.2.2 Escavadeiras drag-line	36

2.2.4.2.3	Escavadeiras clam-shell	37
2.2.4.2.4	Escavadeiras retro-shovel	38
2.2.5	Unidades aplainadoras	40
2.2.6	Unidades de transporte	41
2.2.6.1	Caminhões basculantes comuns	41
2.2.6.2	Vagões	42
2.2.6.1	Dumpers	44
2.2.6.2	Caminhões fora-de-estrada	45
2.2.7	Unidades compactadoras	46
2.2.7.1	Rolos pé-de-carneiro	46
2.2.7.2	Rolos de pneus	47
2.2.7.1	Rolos lisos	48
2.2.8	Unidades escavo-elevadoras	50
CAPÍTULO 3 – ANÁLISE DOS CUSTOS DOS SERVIÇOS		51
3.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	51
3.2	COMPOSIÇÕES DE CUSTOS DOS EQUIPAMENTOS	53
3.2.1	Metodologia utilizada pelo DNIT	54
3.2.1.1	Custos de propriedade	55
3.2.1.1.1	Depreciação	55
3.2.1.1.2	Custo de Oportunidade de Capital - Juros	59
3.2.1.1.3	Seguros e Impostos	59
3.2.1.2	Custos de manutenção	60
3.2.1.3	Custos de operação	61
3.2.1.3.1	Custos dos materiais	61
3.2.1.3.2	Custos da mão-de-obra	63

3.2.1.3.3	Considerações importantes	65
3.3	COMPOSIÇÕES DE CUSTOS UNITÁRIOS DE SERVIÇOS (DNIT)	67
3.3.1	Quantificação dos serviços de terraplenagem	67
3.3.2	Composição dos custos unitários	69
3.4	ANÁLISE DOS CUSTOS	71
3.5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	81
CAPÍTULO 4 – CONCLUSÕES		83
4.1	CONSIDERAÇÕES FINAIS	83
4.2	RESULTADOS OBTIDOS	83
4.3	LIMITAÇÕES DO ESTUDO	84
4.4	RECOMENDAÇÕES PARA FUTUROS ESTUDOS	84
REFERÊNCIAS		86
ANEXO A – VALORES DE CUSTO UNITÁRIO DE SERVIÇOS		88

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

No cenário atual de competitividade entre empresas de construção civil, percebemos que a concorrência entre elas é cada vez mais acirrada, tornando imprescindível um planejamento bem elaborado, tanto na fase de projeto como na fase de execução da obra.

O planejamento das obras de construção civil é um fator de extrema importância para o bom funcionamento de todas as etapas do empreendimento, pois é por meio deste planejamento que podemos minimizar o tempo de duração da obra, sem que seja afetada a qualidade da mesma, e ainda assim, reduzir o custo total do empreendimento.

Neste trabalho, são enfocados os custos essencialmente relacionados aos serviços de terraplenagem, mais especificamente nos equipamentos de terraplenagem. É feita uma análise dos custos desses equipamentos e o impacto que esses custos causam no preço de uma obra de terraplenagem. Com isso obtém-se a identificação dos equipamentos e seus respectivos custos, e isso torna possível a escolha do equipamento mais adequado à determinada necessidade.

1.2 JUSTIFICATIVA

O setor da construção civil vem apresentando índices preocupantes de prejuízos financeiros, provocados diretamente por desperdício de material e indiretamente por falhas no planejamento da obra.

Por meio de uma pesquisa financiada pela FINEP (Financiadora de Estudos e Projetos), realizou-se um levantamento sobre os desperdícios na construção civil e constataram-se índices preocupantes em relação a prejuízos provocados por perdas de materiais nos canteiros de obras. A pesquisa se iniciou em 1996, e contou com a participação

de 16 universidades espalhadas por 12 estados brasileiros, e analisou-se mais de 80 canteiros de obras de 52 empresas distribuídas pelo país. Intitulada “*Alternativas para a redução do desperdício de materiais nos canteiros de obras*”, a pesquisa buscou levantar dados de perdas de materiais, identificar suas causas e propor soluções para o problema (USP, 2003).

Assim como ocorre com as demais obras no setor da construção civil, as obras de terraplenagem também são assoladas pelo problema de desperdício de recursos financeiros. Cita-se, por exemplo, o prejuízo financeiro provocado por eventuais paralisações de equipamentos decorrentes de falta de manutenção.

O que vem acontecendo frequentemente em obras de terraplenagem, é a existência de perdas financeiras relativamente altas, perdas ocasionadas principalmente devido a problemas com o uso inadequado de equipamentos bem como a aquisição desnecessária de máquinas, cita-se como exemplo, a escolha indevida de equipamento de pequeno porte para transporte de grande volume de material, causando custos excessivos e desnecessários, que teriam sido evitados caso o transporte do material, neste caso, fosse realizado por equipamento de grande porte.

Geralmente não existe essa preocupação com os equipamentos por parte dos gestores da obra, o que os leva a utilizar o mesmo equipamento para praticamente todo tipo de obra de terraplenagem, gerando custos desnecessários. Sendo assim, esse trabalho visa alertar e incentivar os gestores de obras para esse ponto essencial nas obras de terraplenagem, a escolha do equipamento mais adequado para o serviço a ser executado, sempre levando em consideração as especificações do equipamento estabelecidas pelo fabricante.

Realizar um planejamento voltado para a escolha adequada do equipamento de terraplenagem é de extrema relevância para um bom desenvolvimento da obra, além de reduzir o tempo de conclusão da obra, gera uma redução de custos significativa e por consequência um lucro maior para os investidores.

Além de reduzir custos desnecessários, a análise e opção pelo equipamento mais adequado possível vêm contribuir significativamente com a melhoria das operações da obra, melhoria essa, possibilitada pela perfeita adequação das especificações do equipamento com as atividades em que serão utilizados.

1.3 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

Dentro de tal conjuntura, temos o seguinte problema de pesquisa: “Dada uma obra de terraplenagem, qual o impacto causado pelos custos dos equipamentos no custo total da obra?”.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo geral

O objetivo geral do presente trabalho é realizar um estudo sobre os custos dos equipamentos em obras de terraplenagem.

1.4.2 Objetivos Específicos

Como objetivos específicos do presente trabalho, podem ser ressaltados:

- a) Apresentar os principais equipamentos utilizados em obras de terraplenagem.
- b) Determinar as composições de custos destes equipamentos.
- c) Analisar o impacto dos custos dos equipamentos no valor da composição de custos unitários.

1.5 ETAPAS DA PESQUISA

A pesquisa foi composta de cinco etapas, apresentadas a seguir.

- a) Definição do problema e dos objetivos da pesquisa

Nesta etapa foram definidos o problema a ser desenvolvido no trabalho, assim como os objetivos geral e específicos.

b) Levantamento da revisão bibliográfica

A revisão bibliográfica do presente trabalho foi realizada através do levantamento de obras referentes aos estudos de terraplenagem, planejamento estratégico e composição de custos.

c) Apresentação dos equipamentos

O levantamento dos equipamentos foi realizado através de referências bibliográficas sobre o assunto, assim como por meio de manuais do fabricante e manuais de órgãos públicos (DNER, DNIT).

d) Análise dos custos dos serviços

Partindo do levantamento de custos, contidos nos manuais publicados pelo DNIT, realizou-se uma análise detalhada de composições de custos de serviços, indicando-se a parcela mais representativa no custo do serviço.

e) Estabelecimento das conclusões do estudo

Foram apontadas as conclusões pertinentes ao presente trabalho, mostrando os dados obtidos pela pesquisa e os impactos causados no custo total da obra de terraplenagem.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho foi dividido em quatro capítulos, organizados da seguinte forma.

No Capítulo 1 foram apresentadas considerações iniciais referentes à pesquisa, assim como o que a motivou. Também foram apresentadas nesse capítulo, a justificativa do tema, problemática, objetivos almejados pelo trabalho e as etapas da pesquisa.

No Capítulo 2 apresenta-se a pesquisa bibliográfica realizada, onde foram apresentados os diversos tipos de equipamentos de terraplenagem assim como suas importâncias e utilizações.

No Capítulo 3 foram apresentadas as composições de custos por equipamento, custos esses devidamente analisados no referente capítulo.

No Capítulo 4 foram apresentadas as conclusões obtidas do desenvolvimento do trabalho, apontando as limitações ocorridas no decorrer da pesquisa, assim como sugestões e recomendações voltadas para um estudo futuro sobre o tema.

CAPÍTULO 2

EQUIPAMENTOS UTILIZADOS EM OBRAS DE TERRAPLENAGEM

2.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Os serviços de terraplenagem são imprescindíveis em qualquer empreendimento de construção civil, como estradas, portos, aeroportos, ferrovias e edificações em geral. De forma genérica, a terraplenagem, ou movimento de terra, pode ser definida como sendo o conjunto de operações que tem como objetivo principal preparar o terreno de acordo com as especificações definidas em projeto.

O termo “terraplenagem” pode ainda ser definido como sendo:

“O conjunto de operações necessárias à remoção do excesso de terra para locais onde esteja em falta, tendo em vista um determinado projeto a ser implantado.” (RICARDO E CATALANI, 2007).

“O conjunto de operações de escavação, carga, transporte, descarga e compactação dos solos, aplicadas na construção de aterros e cortes, dando à superfície do terreno a forma projetada para construção de rodovias.” (DNIT, 2010).

Realizando um breve estudo histórico sobre o uso dos equipamentos utilizados em obras de terraplenagem, percebemos que houve grandes mudanças nestes equipamentos. Antigamente, até meados do século XIX, os serviços de terraplenagem eram realizados manualmente, através da utilização de ferramentas tradicionais como pá e picareta, ou ainda com o emprego de animais, que eram utilizados para o transporte de material. Esta terraplenagem que se baseava no trabalho braçal da mão de obra é conhecida como terraplenagem manual.

Diante do avanço tecnológico que ocorreu a partir da metade do século XIX, surgiram as primeiras máquinas a vapor, possibilitando assim o surgimento dos primeiros equipamentos mecanizados de terraplenagem. A terraplenagem realizada basicamente por

equipamentos mecanizados é conhecida como terraplenagem mecanizada, que vem a ser o objeto de estudo do presente trabalho.

A utilização dos equipamentos em obras de terraplenagem proporcionou grandes benefícios aos gestores de obras no decorrer dos empreendimentos, possibilitando uma redução significativa de custos com mão de obra (custos como recrutamento de pessoal, transporte, alojamentos, alimentação, etc.). Essa redução de pessoal se deve ao fato do baixo rendimento destes operários, se comparados ao rendimento alcançado por um equipamento mecanizado, que, por sua vez, é muito alto.

Outra importante vantagem trazida pela utilização dos equipamentos mecanizados é a possibilidade de movimentarmos um grande volume de material em um período de tempo muito curto, se comparado o mesmo tempo que seria necessário para que esse transporte fosse feito de forma manual. Essa alta produtividade dos equipamentos mecanizados possibilita a competitividade monetária com o modelo manual de terraplenagem, compensando os altos investimentos na aquisição dos equipamentos.

Nos dias de hoje, é praticamente inviável realizarmos uma obra de terraplenagem sem os equipamentos mecanizados, que, por sua vez, acompanham o ritmo do desenvolvimento tecnológico e se tornam cada vez mais modernos, proporcionando maior rentabilidade e produtividade. No entanto, para atingirmos nossos objetivos, devemos conhecer cada vez melhor esses equipamentos e suas especificações.

2.2 CLASSIFICAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS

Para termos uma melhor compreensão dos equipamentos e suas aplicabilidades, adotou-se no presente trabalho, a classificação utilizada pelos autores Ricardo e Catalani (2007), que se segue:

- a) unidades de tração (tratores);
- b) unidades escavo-empurradoras;
- c) unidades escavo-transportadoras;
- d) unidades escavo-carregadoras;
- e) unidades aplainadoras;

- f) unidades de transporte;
- g) unidades compactadoras;
- h) unidades escavo-elevadoras.

A seguir tem-se uma breve descrição sobre os tipos de equipamentos desta classificação, assim como suas principais aplicações.

2.2.1 Unidades de tração (tratores)

A unidade de tração é considerada a máquina matriz da terraplenagem, pois é através de modificações e adaptações realizadas nesta, que surgem novos equipamentos. Chama-se de trator, “a unidade autônoma que executa a tração ou empurra outras máquinas e pode receber diversos implementos destinados a diferentes tarefas.” (RICARDO e CATALANI, 2007, p.43).

Existem dois tipos de tratores, que se diferenciam entre si pelo método de montagem, são os tratores de esteira, montados sobre esteiras (Figura 2.1), e os tratores pneumáticos, que são montados em pneus (Figura 2.2).



Figura 2.1: Trator montado sobre esteiras.
Fonte: CARTERPILLAR (2013).



Figura 2.2: Trator montado sobre pneus.
Fonte: CARTERPILLAR (2013).

Estas máquinas possuem certas características comuns, que devem ser definidas:

- esforço trator: é a força que o trator deve possuir para executar as funções de rebocar ou empurrar outros equipamentos ou implementos;
- velocidade: é a velocidade de deslocamento da máquina;
- aderência: é a capacidade do trator de deslocar-se sobre os diversos terrenos ou superfícies sem patinar;
- flutuação: é a característica que permite ao trator deslocar-se sobre terrenos de baixa capacidade de suporte, sem afundar de forma excessiva;
- balanceamento: é a qualidade do trator de ter boas condições de equilíbrio em qualquer que sejam as condições de trabalho.

Seguem-se, na Tabela 2.1, as principais características dos dois tipos de tratores.

Tabela 2.1: Características dos tipos de tratores.

Característica	Trator de esteiras	Trator de pneus
Esforço trator	Elevado	elevado, limitado pela aderência
Velocidade	baixa (<10km/h)	alta (<70km/h)
Aderência	boa	Sofrível
Flutuação	Boa	regular a má
Balanceamento	bom	Bom

Fonte: RICARDO e CATALANI (2007).

Pela Tabela 2.1, verifica-se que tratores de esteiras possuem características de aderência e flutuação mais vantajosas em relação aos tratores pneumáticos. Em contrapartida, estes apresentam uma velocidade de translação muito superior em relação àqueles.

Tomando por base a Tabela 2.1 e as definições das características apresentadas anteriormente, pode-se afirmar que os tratores de esteiras são mais recomendados para serviços em terrenos de baixa capacidade de sustentação e/ou com grandes declividades, por possuírem melhor aderência e flutuação. Por sua vez, os tratores de pneus são mais utilizados em serviços que necessitem de grandes distâncias de deslocamento do equipamento, por possuírem uma velocidade bem superior à velocidade dos tratores de esteiras.

A escolha da unidade tratora mais adequada deve ser feita considerando-se as condições particulares de cada situação, objetivando melhorias no serviço a ser executado.

2.2.2 Unidades escavo-empurradoras

Estas unidades consistem em tratores, de rodas ou esteiras, adaptados com uma lâmina frontal que os transformam em unidades capazes de combinar tarefas de escavar e empurrar o material acumulado, daí a designação de “unidades escavo-empurradoras”.

Os tratores que recebem a implementação desta lâmina frontal são conhecidos como tratores de lâmina ou ainda como *dolzers*. Estas lâminas podem ser classificadas de acordo com seu movimento realizado no momento da execução do serviço. Segundo Ricardo e Catalani (2007), as lâminas ou *dolzers*, classificam-se quanto a sua mobilidade em:

- a) *bulldozer* – a lâmina é posicionada de forma perpendicular ao eixo longitudinal do trator, se movimentando somente no sentido vertical. Esta lâmina é reta ou fixa, e permite a escavação e transporte do material apenas para frente.
- b) *angledozer* – também conhecida como “lâmina angulável”. Esta lâmina pode tanto se movimentar verticalmente como as lâminas “*bulldozer*” como podem se deslocar no entorno do seu eixo vertical, permitindo que essas lâminas empurrem o material lateralmente, e não somente para frente.
- c) *tilt-dozer* – esta lâmina pode ser inclinada lateralmente em relação ao eixo longitudinal do trator, inclinação esta que provoca diversos tipos de movimentos da lâmina em variados níveis do terreno.

d) *tip-dozer* – esta lâmina pode “tombar”, movimento que proporciona diferentes ângulos de ataque em relação ao solo.

Existem também lâminas especiais, que são acopladas nas unidades de tração com a finalidade de desempenhar outras atividades, como por exemplo, empurrar outros equipamentos durante a execução do serviço dos mesmos. Estas lâminas especiais são conhecidas como “placas” ou “lâminas prato”, e os equipamentos incrementados por essas lâminas são conhecidos como *pushers*, e têm como finalidade principal empurrar outros equipamentos.

Além da capacidade de empurrar outros equipamentos, os tratores de lâminas desenvolvem outras tarefas de terraplenagem, destacando-se:

- desmatamento, destocamento e limpeza do terreno;
- abertura de caminhos de serviços;
- escavação e transporte do material escavado;
- espalhamento do material no aterro;
- acabamento de taludes de corte.

A escolha do equipamento a ser utilizado deve ser feita levando em consideração o serviço a ser executado, assim como as características do tipo de solo percebidas em campo, como a categoria do material a ser escavado, a distância de transporte do material, declividade do solo, espaço físico para o manuseio dos equipamentos, entre outras.

Esta escolha do equipamento mais adequado, praticamente se resume em definirmos duas características do equipamento a ser utilizado. A primeira diz respeito ao tipo de montagem da unidade tratora, podendo ser os tratores de esteiras, essenciais nas operações de limpeza do terreno e recomendados para escavação e transporte para distâncias de até cinquenta metros.

Sempre que a distância entre os centros de massa de corte e aterro for pequena (inferior a 50m), a execução da terraplenagem de pequenos volumes deve ser feita com trator de esteiras, que conduz a preços unitários bastante baixos, se comparados com os outros equipamentos (RICARDO e CATALANI, 2007, p. 248).

A segunda característica a ser observado no momento da escolha do equipamento, diz respeito ao tipo de lâmina a ser utilizada. Conforme Ricardo e Catalani (2007), os tipos de lâminas mais comuns são:

- a) Lâmina U (*Universal blade*) - possui a forma de U. É apropriada para movimentação de grandes cargas a grandes distâncias, além de ser adequada para solos de baixa resistência ao corte. A sua forma em U reduz as perdas laterais durante a escavação. É ilustrado na Figura 2.3.
- b) Lâmina S (*Straight blade*) – possui forma de uma lâmina reta. Por ser uma lâmina mais agressiva, é apropriada para escavação de materiais com maior resistência. É ainda comumente empregada na operação de *pusher* por serem placas bastante reforçadas e possuir menores dimensões. É ilustrado na Figura 2.4.
- c) Lâmina A (*Angle blade*) - lâmina angulável, podendo ser posicionada em linha reta ou formando um ângulo de até 25° com o eixo longitudinal do trator. É apropriada para escavações em meia-encosta, de valetas, reaterro, etc.
- d) lâmina SU (*Semi-U blade*) - combina as características das lâminas U e S. É ilustrado na Figura 2.5.
- e) lâmina C (*Cushion blades*) - lâmina amortecedora, usada em tratores de grande porte para o empuxo de *motoscrapers*. Lâmina com dimensões reduzidas, o que facilita sua capacidade de manobra. Este tipo de placa tem o uso limitado a empurrar material, sem realizar serviços de escavação. É ilustrado na Figura 2.6.



Figura 2.3: Trator com lâmina U.
Fonte: CARTERPILLAR (2013).



Figura 2.4: Trator com lâmina S.
Fonte: XGGM-MACHINE (2012).



Figura 2.5: Trator com lâmina SU.
Fonte: CARTERPILLAR (2013).



Figura 2.6: Trator com lâmina C.
Fonte: CARTERPILLAR (2013).

Além de serem equipadas com lâminas, as unidades tratoras podem ser implementadas por outros tipos de acessórios, como o escarificador ou *ripper* (Figura 2.7), compostos por “dentes” reforçados acoplados na parte traseira do trator, e tem como função “rasgar” a superfície compactada propiciando a posterior utilização dos equipamentos e sua lâmina adequada à situação. Tratores de lâminas com escarificadores são bastante utilizados quando existe a necessidade da escavação de materiais de 2ª categoria, que são materiais de elevada resistência mecânica à extração.



Figura 2.7: Trator com escarificador.
Fonte: CARTERPILLAR (2013)

2.2.3 Unidades escavo-transportadoras

As unidades escavo-transportadoras são as que escavam, carregam e transportam e descarregam materiais a pequenas e médias distâncias.

Segundo Ricardo e Catalani (2007), as unidades escavo-transportadoras classificam-se em dois tipos básicos: o *scraper* rebocado e o *scraper* automotriz, também conhecido como *motoscraper*. Ambos apresentam a mesma a função, diferenciando-se entre si pela necessidade ou não de serem rebocados por outros equipamentos.

2.2.3.1 *Scraper* rebocado

Como o próprio nome sugere, existe a necessidade dos *scrapers* serem rebocados por outros equipamentos. Este reboque é realizado por tratores de esteiras ou por tratores de rodas, dependendo da particularidade de cada caso. O *scraper* rebocado (Figura 2.8) consiste em uma caçamba montada sobre dois eixos com pneumáticos, tracionada por uma unidade tratora por meio de um engate.



Figura 2.8: Scraper rebocado por trator de pneus.
Fonte: AGATTACH (2013).

Com o surgimento e a evolução tecnológica do *motoscraper*, o *scraper* rebocado caiu em desuso, sendo cada vez menos utilizado nos canteiros de obras. Entretanto, mesmo com a vantagem trazida pelo *motoscraper* de não precisar de reboque, o *scraper* rebocado traz algumas vantagens, como apresentar menores custos iniciais e de operação se comparado a um *motoscraper* convencional.

O *scraper* rebocado é ideal para execução de serviços que apresentem as seguintes características: curtas distâncias, terrenos compactos, rampas acentuadas com declividades superiores a 30°, ou terrenos de capacidade de suporte baixa e aliada a alta resistência de rolamento.

2.2.3.2 *Scraper* automotriz

Também conhecidos como *motoscraper* (Figura 2.8), possui o mesmo princípio de funcionamento do *scraper* rebocado, diferenciando-se deste por ser autopropulsionado, ou seja, ter motor próprio. O *motoscraper* consiste numa caçamba ligada a um rebocador, de um ou dois eixos, por meio de uma estrutura conhecida como pescoço.



Figura 2.9: *Motoscraper*.
Fonte: CARTERPILLAR (2013).

Apesar de possuir motor próprio, este tipo de equipamento não possui tração suficiente para dar início ao serviço de escavação, sendo necessário o auxílio de uma unidade tratora que tem como objetivo empurrar o *motoscraper* no início da escavação, até que o mesmo atinja uma velocidade ideal para dar continuidade ao serviço por conta própria. Como visto anteriormente no presente trabalho, o equipamento responsável por dar auxílio, empurrando o *motoscraper*, é conhecido como *pusher*.

Atendendo às necessidades do setor de construção civil, os fabricantes vêm modernizando cada vez mais os seus equipamentos, procurando solucionar as dificuldades na execução dos serviços. Os fabricantes, percebendo a problemática da utilização do *pusher* no funcionamento do *motoscraper*, desenvolveram outros tipos de unidades escavo-transportadoras, capazes de executar o serviço sem a necessidade de auxílio do *pusher*.

Estes tipos de *motoscrapers* são denominados “autocarregáveis” e, logo adiante, segue uma lista exemplificativa de alguns deles:

- a) *motoscrapers* com motor traseiro (Figura 2.10) – possuem dois motores, um motor na parte traseira, e outro na parte dianteira. Este equipamento é ideal para ser utilizado em terrenos compactos e com declividade inferior a 30°, ou ainda em terrenos de capacidade de suporte baixa e alta resistência de rolamento.



Figura 2.10: *Motoscraper* com motor traseiro.
Fonte: CARTERPILLAR (2013).

- b) *motoscrapers* com esteira elevatória (Figura 2.11) – esses tipos de equipamentos possuem um mecanismo capaz de empurrar o material escavado para dentro da caçamba. É bastante utilizado em terrenos pouco compactos e com baixas declividades, e ainda em terrenos com capacidade de suporte boa e baixa resistência de rolamento.



Figura 2.11: *Motoscraper* com esteira elevatória.
Fonte: ELKINS MACHINERY (2013).

- c) *motoscrapers* com trado helicoidal – dotados de um mecanismo que alivia o corte do material, além de dar auxílio na etapa de carregamento da caçamba. Este tipo de equipamento é ideal em escavações de materiais rochosos.

Além dos tipos de *motoscrapers* citados acima, existe ainda um equipamento que é formado pela acoplagem de dois *scrapers* com motor traseiro, denominado *motoscraper push-pull* (empurra e puxa, em português). No *motoscraper push-pull* (Figura 2.13), os dois *motoscrapers* com motor traseiro se ajudam mutuamente na operação de carregamento, sem intervenção de outro equipamento. Um dos *motoscrapers* realiza a função de *pusher* enquanto o outro é carregado, no final desse carregamento, as funções se invertem e o *scraper* já carregado serve como *pusher* para o outro ser carregado, no fim do processo de carregamento de ambos, eles são separados e seguem para o local de descarga de material.



Figura 2.12: *Motoscraper push-pull*.
Fonte: CARTERPILLAR (2013).

2.2.4 Unidades escavo-carregadoras

São unidades que escavam e carregam o material em outro equipamento, que é responsável pelo transporte desse material até o destino final de descarga. Estas máquinas podem ser representadas por dois tipos, as carregadeiras e as escavadeiras. Ambos executam as mesmas operações de escavação e carga, porém, apresentam algumas diferenças que analisaremos a seguir.

2.2.4.1 Carregadeiras

Também conhecidas como pás-carregadeiras, as carregadeiras consistem em tratores, podendo ser de esteira ou de pneus, que são adaptados com uma caçamba frontal por meio de dois braços laterais de levantamento, por sua vez, acionados por comandos hidráulicos.

Existem dois tipos de carregadeiras, as montadas sobre esteiras e as que são montadas sobre pneus. Ricardo e Catalani (2007) listam as principais aplicações dos dois tipos de carregadeiras:

- a) carregadeiras de esteiras (Figura 2.13): são indicadas para operar em locais que apresentam pequenas dimensões. As carregadeiras de esteiras ainda apresentam vantagens em relação às carregadeiras pneumáticas, como por exemplo, possuir maior aderência em relação ao solo, sendo por isso, recomendadas a serem utilizadas em terrenos de com baixa capacidade de suporte. São utilizadas geralmente em escavação de cortes, abertura de valas rasas, espalhamento de terra, dentre outros.



Figura 2.13: Carregadeira de esteiras.
Fonte: CARTERPILLAR (2013).

- b) carregadeiras de pneus (Figura 2.14): por apresentar uma maior mobilidade, esse tipo de pá-carregadeira acarreta maior rendimento em relação às carregadeiras montadas sobre esteiras, proporcionando redução de custos. Possuem características inerentes aos demais equipamentos montados sobre pneus, como por exemplo, apresentar maior velocidade de deslocamento. A

principal desvantagem deste tipo de carregadeira é possuir má flutuação e pouca aderência, características que faz com que as pás-carregadeira de pneus sejam usadas preferencialmente em terrenos firmes e com pouca umidade.



Figura 2.14: Carregadeira de pneus.
Fonte: CARTERPILLAR (2013).

2.2.4.2 Escavadeiras

Também denominadas pás-mecânicas, as escavadeiras consistem em um equipamento que trabalha parado, ou seja, sem movimentação horizontal, apresentando apenas movimentos de rotação em torno do seu eixo.

Assim como as carregadeiras, as escavadeiras podem ser montadas sobre esteiras ou pneumáticos, trazendo para cada tipo, todas as vantagens e desvantagens desses dois meios de montagem dos equipamentos de terraplenagem, já analisadas no presente trabalho.

Deste modo, as escavadeiras podem ser enumeradas de acordo com o serviço a ser executado, proporcionado pelo tipo de lança específico. Os principais tipos de lança são:

- a) *shovel* – lança com pá frontal. Tem ângulo de inclinação da lança de 35° a 65°;
- b) *drag-line* – lança com caçamba de arrasto. Tem ângulo de inclinação da lança variando de 20° a 40°;
- c) *clam-shell* – lança com caçamba de mandíbulas;
- d) *back-shovel*, *retro-shovel* ou *hoe* – lança retroescavadeira.

Além da lança utilizada, existem outros tipos de implementos capazes de auxiliar os serviços de escavação e carregamento do material escavado, como por exemplo, bate-estacas, guindaste, martelo rompedor, dentre outros (ABRAM e ROCHA, 2009; BARBOSA, 2012).

A seguir, apresentam-se detalhes dos tipos de escavadeiras baseados em cada tipo de lança.

2.2.4.2.1 Escavadeiras *shovel*

Escavadeiras com caçamba frontal (Figura 2.15) e voltada para cima, utilizadas para escavar taludes localizados acima do nível em que o equipamento se situa.

As lanças do tipo *shovel* são providas de “dentes”, utilizados para facilitar o corte, especialmente em materiais rochosos, e de um fundo móvel da caçamba, utilizado para a descarga do material escavado sobre a unidade de transporte.



Figura 2.15: Escavadeira com caçamba frontal.
Fonte: AUTOLINE-EU (2013).

2.2.4.2.2 Escavadeiras *drag-line*

São as chamadas escavadeiras com caçamba de arrasto, trata-se do equipamento de terraplenagem que possui o maior raio de alcance, sendo esta uma de suas principais vantagens. Este tipo de escavadeira é usado para escavações realizadas em níveis de terreno situados abaixo do terreno no qual o equipamento se encontra.

As lanças do tipo *drag-line* são compostas por uma treliça metálica na qual se fixa uma roldana onde passa o cabo de sustentação da caçamba. A operação de escavação é realizada pelo arrastamento da caçamba no terreno a ser escavado.

As escavadeiras *drag-line* (Figura 2.16) são geralmente utilizadas para dragar cursos d'água, lagos e atoleiros, além de serem recomendadas para outros tipos de serviços de terraplenagem como:

- escavação de material pouco compactado, mesmo com umidade elevada;
- execução de taludes;
- abertura de grandes valas sem escoramento;
- abertura de canais de drenagem.



Figura 2.16: Escavadeira *drag-line*.
Fonte: CARTERPILLAR (2013)

2.2.4.2.3 Escavadeiras *clam-shell*

Também conhecidas como escavadeiras de mandíbulas, recebendo esse nome por ser constituída por uma caçamba formada por duas partes móveis com “dentes”, que recebem comandos para se fecharem ou se abrirem, realizando assim, o serviço de escavação.

Este tipo de escavadeira se assemelha as escavadeiras *drag-line* pelo fato de utilizar uma roldana, acoplada a uma treliça metálica, como suporte para o cabo de sustentação da caçamba de mandíbulas.

As escavadeiras dotadas com lanças do tipo *clam-shell* (Figura 2.17), são ideais para serem utilizadas em abertura de valas restritas, principalmente se houver interferência de obstáculos físicos, como por exemplo, valas escoradas; além de serem bastante recomendadas na remoção e carregamento de material solto.



Figura 2.17: Escavadeira *clam-shell*.
Fonte: CARTERPILLAR (2013).

2.2.4.2.4 Escavadeiras *retro-shovel*

Podem ser denominadas como escavadeiras de caçamba retroescavadoras e são popularmente conhecidas no Brasil como escavadeiras hidráulicas.

Este tipo de escavadeira é muito semelhante às escavadeiras *shovel*, diferenciando-se destas devido ao seu sentido de movimento, que, no caso das escavadeiras hidráulicas é realizado de cima para baixo, escavando assim, valas em níveis abaixo daquele em que o equipamento se encontra operando.

De acordo com Ricardo e Catalani (2007), as escavadeiras *retro-shovel* (Figura 2.18) são utilizadas geralmente em:

- a) escavação de valas muito profundas e de largura reduzida, sem presença de escoramento;
- b) cortes de altura elevada (acima do nível do terreno em que o equipamento está apoiado);

- c) substituição de equipamentos das escavadeiras do tipo *drag-line* na abertura de canais, na remoção de solos impróprios, dentre outros.



Figura 2.18: Escavadeira *retro-shovel*.
Fonte: CARTERPILLAR (2013).

Ressalte-se ainda a existência de um tipo de escavadeira bastante versátil conhecido como retroescavadeira (*backhoe loader*) (Figura 2.19), que consiste na combinação de três tipos de equipamentos – trator, carregadeira e escavadeira com lança retroescavadora (BARBOSA, 2012).



Figura 2.19: Retroescavadeira.
Fonte: CARTERPILLAR (2013).

2.2.5 Unidades aplainadoras

Também conhecidos como motoniveladoras ou *patrol* (Figura 2.20), as unidades aplainadoras são equipamentos especialmente dedicados ao acabamento final da terraplenagem, isto é, aos ajustes finais realizados para adequar o terreno às especificações de cotas exigidas no projeto.



Figura 2.20: Motoniveladora.
Fonte: CARTERPILLAR (2013).

A motoniveladora é constituída por uma unidade tratora equipada por uma lâmina de corte, que pode ser de vários tipos e tamanhos, e montada sobre seis pneus, sendo dois dianteiros e quatro traseiros em *tandem*.

Como principal característica, as unidades aplainadoras apresentam grande mobilidade da lâmina de corte, o que possibilita uma diversidade de posições de trabalho que ela pode assumir com a finalidade de realizar diferentes serviços. Os movimentos possíveis da lâmina permitem ao operador do equipamento modificar, por exemplo, o ângulo de ataque da lâmina sobre o solo, ou ainda a altura da lâmina em relação ao solo.

Conforme Ricardo e Catalani (2007), Abram e Rocha (2009) e Barbosa (2012), dentre as principais aplicações das motoniveladoras, destacam-se:

- realização de trabalhos de raspagem, com pequenos transportes;
- espalhamento e homogeneização de materiais;

- regularização do subleito e de taludes;
- abertura de valetas de drenagem;
- limpeza da faixa, no caso de remoção de vegetação rasteira.

Além da lâmina, as motoniveladoras podem receber outros implementos, sendo o mais comum, o escarificador, que pode ser utilizado na parte dianteira ou traseira do equipamento. O emprego dos escarificadores permite a desagregação prévia do terreno, facilitando assim, a ação da lâmina de corte, especialmente em terrenos com solos mais duros.

2.2.6 Unidades de transporte

As unidades de transporte são utilizadas na terraplenagem quando as distâncias de transporte são muito grandes, de modo que, em distâncias tão elevadas, se torna muito alto o custo de uso do “*motoscrapers*” no transporte do material. Estas unidades transportadoras têm características que as tornam a melhor opção de transporte de materiais a grandes distâncias, como o fato de serem equipamentos mais rápidos, de custo de operação baixo e com elevada produção, se comparados aos “*motoscrapers*”.

São tipos de unidades de transporte caminhões basculantes comuns, vagões, *dumpers* e caminhões fora-de-estrada.

A seguir, apresentam-se as principais características de cada tipo de unidade de transporte em obras de terraplenagem.

2.2.6.1 Caminhões basculantes comuns

São unidades de transporte constituídas por uma caçamba metálica, também conhecida como balsa, que é adaptada e montada sobre um caminhão convencional. São equipamentos destinados ao transporte de solos e pedras, sendo que, no caso do transporte de pedras, a caçamba deve ser reforçada por chapas de aço.

Estas básculas possuem capacidade de volume variando entre 4,5 m³ a 6,0m³ e têm um sistema de funcionamento bem simples, baseado no acionamento de pistões hidráulicos, que eleva a parte dianteira da caçamba, permitindo por gravidade, a descarga do material através de uma abertura na parte traseira. Já a operação de carregamento é realizada por outros equipamentos, geralmente pelas carregadeiras mecânicas ou escavadeiras.

Para Abram e Rocha (2009) e Barbosa (2012), o uso dos caminhões basculantes (Figura 2.21) possui maior eficiência quando se tem distâncias de transporte grandes, superiores a 1.000m, sendo preferencial seu uso em distâncias maiores que 5.000m, o que traria um maior rendimento de produção.



Figura 2.21: Caminhão basculante comum.
Fonte: SHACMAN (2013).

2.2.6.2 Vagões

São unidades de grande porte, sua caçamba tem capacidade de aproximadamente 100m³ de volume. Esses vagões são rebocados por tratores de pneus e podem atingir velocidades em torno de 60km/h.

A elevada capacidade de volume transportado, aliada a uma velocidade relativamente alta, torna este tipo de unidade de transporte bastante econômico quando existe a necessidade de se movimentar uma grande quantidade de material.

Segundo Ricardo e Catalani (2007), os vagões diferenciam-se entre si pelo meio em que é realizada a descarga do material, podendo ser:

- por meio de fundo móvel (*bottom-dump*) (Figura 2.22);



Figura 2.22: Vagão do tipo *bottom-dump*.
Fonte: KEITH DAY TRUCKING (2013).

- pela parte traseira da caçamba (*rear-dump*) (Figura 2.23);



Figura 2.23: Vagão do tipo *rear-dump*.
Fonte: CMP ENGINNERS (2013).

- pela lateral da caçamba (*side-dump*) (Figura 2.24).



Figura 2.24: Vagão do tipo *side-dump*.
Fonte: BURNINGHAM TRUCKING (2012).

2.2.6.3 Dumpers

De acordo com Ricardo e Catalani (2007), os *dumpers* são equipamentos similares aos caminhões basculantes comuns, porém, possuem estruturas bem mais reforçadas que estes. Uma peculiaridade inerente aos *dumpers* (Figura 2.25) é a possibilidade do operador de manobrar o veículo para frente e para trás, sempre mantendo a visão voltada para frente.

Segue-se abaixo uma figura exemplificativa onde o operador guia o veículo de uma forma não convencional, ou seja, para trás.



Figura 2.25: *Dumper*
Fonte: TEREX (2013).

2.2.6.4 Caminhões fora-de-estrada

São caminhões de grande porte e com estrutura reforçada, destinados a serviços com condições severas e com movimentação de grandes volumes de materiais. Devido suas grandes dimensões, esses equipamentos não estão autorizados a trafegar em estradas normais, sendo restrito ao canteiro de obras.

Este tipo de equipamento tem um elevado custo de aquisição, motivo pelo qual deve ser adquirido somente nos casos que exista a necessidade do transporte de grande volume de material.

Os caminhões fora-de-estrada podem ser de dois tipos: caminhões com estrutura articulada (Figura 2.26) e caminhões com estrutura rígida (Figura 2.27).



Figura 2.26: Caminhão fora-de-estrada articulado.
Fonte: CARTERPILLAR (2013).



Figura 2.27: Caminhão fora-de-estrada rígido.
Fonte: CARTERPILLAR (2013).

2.2.7 Unidades compactadoras

Estas unidades destinam-se a execução da etapa de compactação, que é o processo mecânico de adensamento do solo conferindo-lhe uma maior estabilidade. São conhecidos como rolos compactadores ou, simplesmente, compactadores.

Existem diversos tipos de rolos compactadores, com características próprias para atender os diferentes tipos de material a ser compactado, a saber:

2.2.7.1 Rolos pé-de-carneiro

Os rolos pé-de-carneiro (Figura 2.28) consistem de um tambor oco, no qual se inserem saliências denominadas “patas”, daí a razão de como são chamados. Estas saliências, penetrando na camada solta do solo, executam a compactação de baixo para cima, até que, completado o adensamento, praticamente não há mais penetração das patas.

Este tipo de equipamento rolo compactador é utilizado na compactação de solos finos e coesivos, argilosos ou siltosos (RICARDO e CATALANI, 2007).



Figura 2.28: Compactador com rolos “pé-de-carneiro”.
Fonte: CARTERPILLAR (2013).

2.2.7.2 Rolos de pneus

Os rolos compactadores de pneus são constituídos por uma plataforma metálica apoiada em dois eixos com pneumáticos, sendo que, o número de pneus em cada eixo é variável. A montagem dos pneus nos eixos é feita de forma que os pneus dianteiros não fiquem alinhados com os pneus traseiros, de forma que estes cubram os espaços deixados por aqueles (RICARDO e CATALANI, 2007).

Segundo Abram e Rocha (2009), os compactadores com rolos pneumáticos (Figura 2.29) são apropriados para solos coesivos e arenosos. Já o DNIT (2010), no seu Manual de Implantação Básica de Rodovia, afirma que os rolos pneumáticos são um pouco mais versáteis, podendo ainda, serem utilizados em solos mais grosseiros e nos serviços de pavimentação.



Figura 2.29: Rolo compactador pneumático.
Fonte: CARTERPILLAR (2013).

2.2.7.3 Rolos lisos

Os rolos lisos (Figura 2.30) podem ser de dois tipos, estáticos e vibratórios.



Figura 2.30: Rolo compactador liso.
Fonte: CARTERPILLAR (2013).

Os rolos lisos vibratórios são utilizados em solos não coesivos, ou seja, com baixa porcentagem de argila (arenosos) (ABRAM e ROCHA, 2009 e BARBOSA, 2012).

Estes compactadores constam de rolos lisos, com um motor vibratório que provoca vibrações de certa frequência e amplitude, que se propagam pelo tambor até o terreno, permitindo aplicar ao solo determinada quantidade de golpes por um intervalo de tempo.

Verificou-se experimentalmente que os rolos vibratórios têm maior rendimento quando operado em velocidades de deslocamento baixas, pois a compactação depende do tempo total em que as oscilações são aplicadas sobre a superfície. Significando que, quanto maior a velocidade de deslocamento do equipamento, maior será o número de “passadas” no terreno, conseqüentemente, menor a produtividade do serviço.

Os rolos lisos estáticos (Figura 2.31) possuem pouca aplicabilidade em serviços de terraplenagem. Sendo o efeito de compactação dado de cima para baixo, provocando, em certos casos, o aparecimento de uma camada superficial compactada, porém deixando a parte mais profunda parcialmente solta (DNIT, 2010).



Figura 2.31: Rolo compactador estático liso.
Fonte: TECOMPAC (2013).

Além dos três tipos de rolos supracitados, existem mais dois tipos de rolos compactadores, os rolos combinados e os rolos especiais. Os rolos combinados consistem na combinação de mais de um tipo de rolo. Enquanto que os rolos especiais, são uma espécie de adaptação aos demais, citam-se os rolos de grade, no qual temos a substituição da chapa lisa do rolo por uma malha quadrada, e o rolo de placas, no qual a chapa lisa é substituída por segmentos de placa descontínuos (RICARDO e CATALANI, 2007).

2.2.8 Unidades escavo-elevadoras

As unidades escavo-elevadoras se assemelham às unidades escavo-carregadoras, pois executam basicamente as mesmas funções dessas, que se resume a escavar o material e em seguida, realizar o carregamento sobre as unidades transportadoras.

No caso das unidades escavo-elevadoras, o material escavado é encaminhado a uma esteira elevatória, que despeja o material sobre a unidade de transporte.

CAPÍTULO 3

ANÁLISE DOS CUSTOS DOS SERVIÇOS

Neste Capítulo, apresentam-se os tipos de custos, assim como seus respectivos conceitos.

Apresentam-se também as composições dos custos dos equipamentos de terraplenagem, através das quais se determinam os custos unitários assim como o impacto financeiro que cada equipamento causa no preço total da obra de terraplenagem.

3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Existe uma preocupação das empresas da construção civil perante seus custos, fazendo com que procurem novas metodologias para apuração, análise e gestão destes. Mantendo um adequado sistema de custos, a empresa irá assegurar o uso eficiente dos recursos disponíveis, assim como facilitar e auxiliar no seu gerenciamento, proporcionando, assim, um bom planejamento e o controle das operações, visando uma tomada de decisão com segurança. Empresas que mantêm um sistema de custos adequado, naturalmente terão uma redução dos custos e conseqüentemente, maximizarão os lucros (PEREZ JR., J. H.; OLIVEIRA, L. M. e COSTA, R. G., 2012).

Os custos de uma empresa prestadora de serviços de terraplenagem, como em qualquer outra empresa, estão ligados aos sacrifícios monetários envolvidos durante o processo de produção do serviço. De forma genérica, “custo” pode ser definido como sendo o gasto econômico que representa a fabricação de um produto ou a prestação de um serviço.

O termo custo pode ainda ser definido como sendo:

- a) “Qualquer gasto voluntário feito pela empresa para elaboração de seus produtos” (ZUCCHI, 1992, p.11).

- b) "O valor em dinheiro, ou equivalente em dinheiro, sacrificado para produtos e serviços que se espera que tragam um benefício atual ou futuro para a organização" (HANSEN e MOWEN, 2001, p. 61).
- c) "Gastos relativos ao bem ou serviço utilizados na produção de outros bens ou serviços" (MARTINS, 2010).

Segundo Leone (2000), os custos se classificam, conforme o volume de produção, em custos fixos e custos variáveis. A seguir tem-se uma breve descrição sobre os tipos de custos de acordo com esta classificação.

- ***Custos fixos***

Os custos fixos são aqueles que permanecem inalterados mediante as variações quantitativas do volume de produção (LUNKES, 2007).

Segundo Santos (1990, p.30), custos fixos "são aqueles que independem do volume de produção ou venda. Representam a capacidade instalada que a empresa possui para produzir e vender bens ou serviços".

Como custos fixos, temos os gastos administrativos dos equipamentos de terraplenagem, que podem ser exemplificado por: depreciação do preço de aquisição do equipamento, assim como o licenciamento e o seguro da máquina. Notam-se, nestes casos, que os custos fixos permanecem sem variações, mesmo existindo alteração da quantidade de volume produzida.

- ***Custos variáveis***

Os custos variáveis são aqueles que acompanham as variações quantitativas do volume de produção, deixando de existir quando não ocorre produção. Segundo Santos (1990, p.29), "são aquelas que estão diretamente relacionados com o volume de produção ou venda".

Como exemplos de custos variáveis relacionados aos equipamentos ou serviços de terraplenagem, podemos citar os custos com combustíveis, graxas, lubrificantes, manutenção, pneus, mão de obra. Percebe-se que, nos custos citados, a quantidade consumida destes itens varia em função do volume de produção, ou seja, quanto maior o volume de produção, maiores serão os custos com esses materiais.

3.2 COMPOSIÇÕES DE CUSTOS DOS EQUIPAMENTOS

O custo total dos serviços de terraplenagem, conhecido como custo unitário, é composto pelo somatório dos custos de materiais, mão-de-obra e equipamentos. Os custos referentes aos equipamentos, por sua vez, se subdividem em custos de propriedade, manutenção e operação.

Para se estimar o custo dos equipamentos, também conhecido como custo horário, primeiramente será preciso estabelecer critérios que definam quais componentes serão envolvidos para cada tipo de custo individualmente.

Existem vários métodos para estimar o custo dos equipamentos. Um dos mais conhecidos é utilizar como fonte de pesquisa, a TCPO (Tabela de Composição de Preços para Orçamentos). No entanto, esse método não abrange dados referentes a equipamentos de potências mais elevadas, representando, nestes casos, uma falsa realidade de gastos com combustível e manutenção dos equipamentos, por exemplo.

Diferentemente do método da TCPO, alguns métodos abrangem dados referentes a equipamentos com potências mais elevadas, proporcionando, nestes casos, dados mais realistas sobre o custo final destes equipamentos. A seguir, é apresentada uma lista de alguns destes métodos:

- a) Método de FAO - Conforme FREITAS (2004), a *Food and Agriculture Organization* (FAO) desenvolveu, em 1956, uma metodologia para estimativa dos custos operacionais de seus equipamentos, na qual o custo do equipamento é composto por custos fixos (custo de aquisição do equipamento, juros, seguros, impostos e depreciação) e custos variáveis (combustíveis, graxas e lubrificantes, manutenções e consertos, pneus, mão-de-obra e administração).
- b) Método de *Battistella/Scania* - Segundo Freitas (2004), esse método foi desenvolvido pela organização *Battistella* em parceria com a *Saab Scania do Brasil S.A.*, e se diferencia do “Método de FAO” por determinar o custo do equipamento em função da distância percorrida, em quilômetros, e não mais por hora efetiva de trabalho. Segundo este método, o custo operacional do equipamento é dado pelo somatório dos custos fixos (custo de aquisição do equipamento, depreciação, remuneração do capital, salários e encargos sociais

dos operadores, licenciamento do equipamento, seguros e custos administrativos) e dos custos variáveis (custos com combustíveis, óleo de motor, óleo de transmissão, lavagem e lubrificação, pneus (câmaras e recapagens), peças e material de oficina e salário de oficina).

Visto que os métodos para efetuar essa estimativa de custos são muitos, concentrou-se o presente trabalho, no aprofundamento da metodologia utilizada pelo DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes). A metodologia adotada pelo DNIT resume-se na coleta de dados estatísticos, que são utilizados em modelos matemáticos próprios com objetivo de formular tabelas para consulta de custos.

A seguir, apresentam-se detalhes sobre a metodologia utilizada pelo DNIT para a composição dos custos dos equipamentos.

3.2.1 METODOLOGIA UTILIZADA PELO DNIT

Apresentada inicialmente no Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes (DNIT, 2008) tinha como objetivo elaborar composições de custos unitários de serviços e equipamentos voltados para obras rodoviárias.

Conforme referência inicial do manual, o SINCTRAN (Sistema Nacional de Custos de Transportes) apresenta um procedimento de composição de custos conhecido como “Composição Unitária”, que leva em consideração a quantidade de insumos necessários para a produção de uma unidade de serviço. Entende-se por insumos os materiais, equipamentos e mão de obra que entram nas composições de cada serviço.

Leva-se em consideração na composição dos custos dos insumos de materiais, o preço de aquisição dos materiais, levantados por meio de pesquisa de coleta de dados em âmbito regional e nacional. Ressalta-se, ainda, que esses preços devem atender algumas condições, como referir-se a preços para pagamento à vista e ainda que contenha a incidência de toda carga tributária exigida.

Para o cálculo dos custos relacionados à mão-de-obra, o SINCTRAN utiliza na composição dos custos, o custo com salários dos profissionais da construção civil e os encargos sociais incidentes.

A parcela da composição do custo unitário referente aos equipamentos é conhecida como custo horário de equipamentos e refere-se à soma dos custos de propriedade, manutenção e operação dos equipamentos para a utilização do equipamento pelo período de uma hora.

Nos custos de propriedade, levam-se em consideração pelos DNIT, segundo o Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes (DNIT, 2008), os custos referentes à depreciação, custo de oportunidade de capital, seguros e impostos.

Já os custos referentes à manutenção dos equipamentos, segundo a metodologia do DNIT, referem-se aos custos necessários para manter um equipamento em perfeitas condições de uso.

Como terceira e última parcela que forma o custo horário dos equipamentos, segundo o manual, têm-se os custos de operação, que se referem aos custos de combustíveis, lubrificantes, graxas, filtros, e mão de obra de necessária para operar o equipamento.

Por se tratar do tema principal do presente trabalho, faz-se a seguir uma análise detalhada de cada custo presente na composição dos custos horários dos equipamentos.

3.2.1.1 Custos de propriedade

Conforme o DNIT, em seu Manual de Implantação Básica de Rodovia (DNIT, 2010), o custo de propriedade corresponde as seguintes componentes:

- depreciação;
- custo de oportunidade do capital;
- seguros e impostos.

3.2.1.1.1 Depreciação

A depreciação consiste na perda do valor do equipamento pelo seu uso ou simplesmente pelo decorrer do seu tempo de vida útil.

De forma genérica, a depreciação é considerada como sendo a parcela do custo de operação do equipamento referente ao desgaste e à obsolescência que ocorrem ao decorrer de sua vida útil (DNIT, 2008).

Para determinar o custo de depreciação do equipamento, o DNIT utiliza o método da linha linear, que se resume em um modelo matemático (Equação 3.1) que depende de alguns parâmetros específicos.

$$D = \frac{Va - Vr}{n \times Hta} \quad (3.1)$$

em que:

D – custo horário com depreciação;

Va – valor de aquisição do equipamento;

Vr – valor residual do equipamento;

n – vida útil do equipamento, em anos;

Hta – número de horas trabalhadas por ano.

a) Valor de aquisição do equipamento (*Va*)

Segundo o Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes (DNIT, 2008), a aquisição de um equipamento baseia-se em pesquisas de mercado realizadas pelo DNIT em cada estado, nas quais deve ser considerada a denominação do equipamento, a potência do motor, a vida útil do equipamento, o número de horas trabalhadas por ano, além da incidência de impostos tais como ICMS (Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços) e IPI (Imposto sobre Produtos Industrializados).

Ricardo e Catalani (2007) afirmam que a aquisição de equipamentos de terraplenagem deve obedecer aos seguintes princípios básicos:

- redução das inversões de capital;
- equilíbrio de trabalho entre os equipamentos;
- custos unitários de produção sempre menores quando comparados com outros equipamentos.

b) Valor residual do equipamento (V_r)

Valor residual pode ser entendido como sendo o valor que o equipamento poderá ser vendido após o término da sua vida útil. Este valor é estimado por uma porcentagem sobre o valor de aquisição do equipamento (RICARDO e CATALANI, 2007).

Na metodologia utilizada pelo DNIT, os percentuais correspondentes aos valores residuais dos equipamentos utilizados pelo SINCTTRAN, foram obtidos através de atualizações de pesquisas realizadas pelo SICRO2 (Sistema de Custos Rodoviários) (DNIT, 2008).

Apresenta-se a seguir, baseada em dados utilizados pelo SINCTTRAN, uma tabela com valores residuais de alguns equipamentos de terraplenagem.

Tabela 3.1: Tabela de valores residuais adotados pelo SINCTTRAN.

Tipo de Equipamento	Valor Residual (%)
Caminhão Basculante	20,0
Carregadeira de Pneus	20,0
Escavadeira hidráulica sobre esteiras	20,0
Minicarregadeira de pneus com vassouras	20,0
Motoscraper	15,0
Motoniveladora	20,0
Retroescavadeira de pneus	5,0
Rolo compactador estático	15,0
Rolo compactador vibratório	10,0
Trator de esteiras acima de 200kW	15,0
Trator de esteiras até 200kW	20,0

Fonte: Adaptado do Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes – DNIT Volume 1 – Metodologia e Conceitos (2008).

c) Vida útil do equipamento (n)

A vida útil do equipamento pode ser definida como sendo, o período de tempo que vai do momento de sua aquisição até a data em que deixa de operar. A vida útil do equipamento é expressa em anos e depende do tipo de equipamento e das condições de serviço (DNIT, 2008).

A metodologia adotada pelo DNIT classifica as condições de serviço em três categorias: leves, médias e pesadas. Esta classificação se baseia no tipo de solo com que o equipamento está operando e nas condições de superfície de rolamento sobre a qual eles trabalham (DNIT, 2008).

Para efeito de composição dos custos horários apresentados no Manual supracitado do DNIT, assim como no SINCTRAN, considerou-se que os equipamentos operam em condições de serviço médias. Devido à complexidade na determinação da vida útil do equipamento, a metodologia adotada pelo DNIT optou por adotar os valores sugeridos pelos próprios fabricantes dos equipamentos.

Apresenta-se a seguir, na Tabela 3.2, os valores de vida útil de alguns equipamentos de terraplenagem.

Tabela 3.2: Vida útil dos equipamentos. Valores adotados pelo SINCTRAN e DNIT.

Descrição do equipamento	Vida útil (anos)
Caminhão basculante	6
Carregadeira de pneus	5
Escavadeira hidráulica	5
Minicarregadeira	5
Motoscraper	8,5
Motoniveladora	7,5
Retroescavadeira de pneus	5
Rolo compactador estático	7
Rolo compactador vibratório	6
Trator de esteiras – (228kW)	9
Trator de esteiras – (106kW)	5

Fonte: Adaptado do Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes – DNIT Volume 1 – Metodologia e Conceitos (2008).

d) Número de horas trabalhadas por ano (*Hta*)

A quantidade de horas trabalhadas por ano pode ser obtido junto ao fabricante através do catálogo do equipamento.

Apresenta-se a seguir, uma tabela com valores do número de horas trabalhadas por ano (*Hta*) de alguns equipamentos de terraplenagem.

Tabela 3.3: Número de horas trabalhadas por ano. Valores adotados pelo SINCTRAN e DNIT.

Descrição do equipamento	<i>Hta</i>
Caminhão basculante	2000
Carregadeira de pneus	2000
Escavadeira hidráulica	2000
Minicarregadeira	2000
Moto scraper	2000
Motoniveladora	2000
Retroescavadeira de pneus	2000
Rolo compactador estático	1750
Rolo compactador vibratório	1750
Trator de esteiras – (228kW)	2000
Trator de esteiras – (106kW)	2000

Fonte: Adaptado do Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes – DNIT Volume 1 – Metodologia e Conceitos (2008).

3.2.1.1.2 Custo de Oportunidade do Capital - Juros

Atualmente, a taxa de juros do Brasil se apresenta entre as mais altas do mundo, o que proporciona um custo relativamente significativo sobre os equipamentos pesados no momento de adquiri-los. Os juros relativos aos equipamentos podem se enquadrar em duas alternativas de atribuição:

- a) os juros são atribuídos diretamente no custo horário de um equipamento;
- b) os juros são computados diretamente no BDI (Bonificação e Despesas Indiretas) das empresas, onde a margem de lucro prevista é que deve remunerar o capital investido no equipamento.

A metodologia utilizada pelo SINCTRAN adota a alternativa em que os juros relativos aos equipamentos são computados diretamente no BDI. (Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes do DNIT, 2008).

3.2.1.1.3 Seguros e impostos

A última parcela componente do custo de propriedade do equipamento é composta pelos custos com seguros e impostos. Conforme apresenta o Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes do DNIT (2008 V.1 p. 50), a Expressão (3.2) para estimativa do custo com seguros e impostos é dada como sendo:

$$IS = \frac{(n + 1) \times Va \times 0,025}{2n \times Hta} \quad (3.2)$$

em que:

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

Va – valor de aquisição do equipamento;

n – vida útil do equipamento, em anos;

Hta – número de horas trabalhadas por ano.

Taxa média sugerida = 0,025 (2,5%)

3.2.1.2 Custos de manutenção

Os custos de manutenção dos equipamentos de terraplenagem englobam as despesas com as atividades necessárias para manter o equipamento em perfeitas condições de uso.

Consideram-se, no Manual de Implantação Básica de Rodovia (DNIT, 2010), as seguintes atividades como sendo as componentes do custo de manutenção:

- os reparos em geral;
- Material rodante, inclusive os pneus;
- Partes de desgaste (bordas cortantes, dentes de caçamba, ferramenta de penetração no solo, entre outras);
- Desgaste de peças.

Conforme apresenta o Manual de Custos de Infra Estrutura de Transportes do DNIT (2008 V.1 p. 51), a expressão (3.3), utilizada pelo SINCTRAN, para estimativa do custo de manutenção é dada como sendo:

$$M = \frac{Va \times K}{H} \quad (3.3)$$

em que:

M – custo horário de manutenção (R\$/hora);

Va – valor de aquisição do equipamento;

K – coeficiente de manutenção

H – vida útil do equipamento, em horas.

A metodologia utilizada pelo DNIT optou por adotar os mesmo valores de coeficiente de manutenção que foram assumidos pelo Manual de Custos Rodoviários do SICRO2, que, por sua vez, estipulou os valores do coeficiente de manutenção baseado no tipo do equipamento, qualificação dos operadores e nas condições de trabalho (DNIT, 2010).

Apresenta-se a seguir, uma tabela com valores do coeficiente de manutenção para alguns equipamentos de terraplenagem.

Tabela 3.4: Coeficiente de Manutenção. Valores adotados pelo SINCTRAN e DNIT.

Descrição do equipamento	Coeficiente de Manutenção (K)
Caminhão basculante	0,9
Carregadeira de pneus	0,7
Escavadeira hidráulica	0,9
Minicarregadeira	0,7
Moto scraper	0,9
Motoniveladora	0,9
Retroescavadeira de pneus	1,0
Rolo compactador estático	0,7
Rolo compactador vibratório	0,8
Trator de esteiras acima de 200kW	1,0
Trator de esteiras até 200kW	0,8

Fonte: Adaptado do Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes – DNIT Volume 1 – Metodologia e Conceitos (2008).

3.2.1.3 Custos de operação

São os custos decorrentes da utilização do equipamento, ou seja, são os custos com componentes necessários para o normal funcionamento e operação do equipamento.

Consideram-se, no Manual de Implantação Básica de Rodovia – DNIT (2010), as seguintes componentes do custo de manutenção:

- custos com material de operação;
- custos com mão de obra de operação.

3.2.1.3.1 Custos dos materiais

De acordo com a metodologia adotada pelo DNIT no que se refere aos materiais, a quantificação desses custos é baseada, principalmente, na potência do equipamento e nos preços dos combustíveis. Além da potência do equipamento e dos custos com combustíveis, devem ser considerados os custos com filtros, lubrificantes e graxas. O Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes do DNIT (V.1; p.55) afirma que:

Os consumos horários de combustível por kW são muito variáveis; seus valores médios são considerados apenas como estimativa pelos fabricantes. Os consumos previstos variam, também, para cada equipamento, conforme o trabalho que realiza. As condições de trabalho poderão exigir períodos longos de operação com aceleração próxima do máximo, ou curtos, devido a constantes manobras, inversões de marcha ou deslocamentos sem carga.

Na metodologia utilizada pelo DNIT, adotou-se a quantificação dos custos dos materiais como sendo o custo necessário para o equipamento operar durante o período de uma hora, ou seja, é o custo horário de materiais para operação do equipamento.

Com a finalidade de formular um modelo matemático que represente esse custo horário de materiais de operação, o DNIT realizou um estudo minucioso no qual se levou em consideração os tipos dos equipamentos, a potência do motor, o tipo de combustível utilizado (gasolina, óleo diesel ou álcool), pesquisa de consumo de combustíveis junto aos fabricantes. (DNIT, 2008).

Apesar do DNIT apresentar um modelo matemático para cada tipo de combustível utilizado pelo equipamento, optou-se, no presente trabalho, por uma expressão (3.4) genérica que se segue:

$$CHM = K \times P \times C_{comb} \quad (3.4)$$

em que:

CHM – custo horário dos materiais (R\$/hora);

K – coeficiente de materiais (depende do tipo de combustível);

P – potência do equipamento, em kW;

C_{comb} – custo de mercado do combustível (preço do litro).

Apresenta-se a seguir, uma tabela com os valores do coeficiente de materiais correspondentes ao tipo de combustível utilizado pelo equipamento.

Tabela 3.5: Coeficiente de Materiais. Valores adotados pelo SINCTAN e DNIT.

Equipamento	Coeficiente de Consumo <i>K</i> (l/kW/h)
Equipamentos a diesel	0,16
Caminhões e outros veículos a diesel	0,17
Veículos a gasolina	0,20
Equipamentos a gasolina	0,24
Veículos a álcool	0,25
Equipamentos elétricos	0,70
Veículos especiais a diesel	0,08

Fonte: Adaptado do Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes – DNIT Volume 1 – Metodologia e Conceitos (2008)

As informações sobre a potência dos equipamentos podem ser obtidas através de consulta aos manuais dos fabricantes.

Quanto aos preços dos combustíveis, tem-se uma variação de preço que depende, entre outros fatores, da região geográfica em que está sendo realizada a comercialização. Através de uma breve pesquisa de preços realizada junto a ANP (Agência Nacional de Petróleo), verificou-se disparidade de preços entre Estados da Federação, entre municípios e até mesmo entre postos de combustíveis situados no mesmo município.

Perante essa dificuldade de se levantar um preço de combustível, mesmo sendo um preço médio, aconselha-se que seja realizada uma consulta de preços de mercado, na região em que será adquirido o combustível, e a partir daí, o cálculo do custo horário de materiais.

3.2.1.3.2 Custos da mão-de-obra

Assim como ocorre na quantificação dos custos de materiais, os custos da mão de obra são expressos em custos horários, ou seja, são os custos necessários com salários e encargos sociais, para colocar um equipamento em funcionamento pelo período de uma hora.

Segundo o Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes do DNIT (2008), o programa do SINCTRAN dimensiona a composição de custos horários da mão de obra, através da análise dos custos com salários e dos custos com encargos sociais envolvidos.

- **Salário**

O Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes (DNIT, 2008; V.1; p.55) afirma que:

Foi efetuado, junto aos Sindicatos da Construção Civil e da Construção Pesada, levantamento de salários médios e pisos salariais nos Estados, ensejando-se o estabelecimento de padrões salariais para as diversas categorias profissionais que integram as composições de custo do SINCTRAN.

Partindo do levantamento realizado pelo DNIT junto aos Sindicatos da Construção Civil e da Construção Pesada, a metodologia utilizada para composição dos custos unitários, resultou no seguinte modelo matemático para o cálculo do custo horário salarial:

$$CHS = \frac{PS \times SM}{220} \quad (3.5)$$

em que:

CHS – custo horário salarial (R\$/hora);

PS – padrão salarial;

SM – salário mínimo vigente, em R\$.

O Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes (DNIT, 2008) apresenta uma tabela contendo os valores de padrão salarial em relação às categorias de trabalhadores. Esse valor de padrão salarial corresponde ao número de salários-mínimos percebidos em cada categoria.

Apresentam-se a seguir, na Tabela 3.6, alguns valores de padrão salarial.

Tabela 3.6: Coeficiente de Manutenção. Valores adotados pelo SINCTAN e DNIT.

Categoria	Padrão Salarial (PS)
Motorista de caminhão	2,0
Operador de equipamento leve 1	2,5
Operador de equipamento leve 2 ou Operador de máquina leve de linha	3,0
Operador de equipamento pesado ou Operador de máquina média/pesada de linha	3,5
Operador de equipamento especial ou Operador de máquina pesada especial de linha	4,0
Engenheiro projetista	20,0
Engenheiro	16,0
Técnico especializado	4,0
Operador de guincho	2,5

Fonte: Adaptado do Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes – DNIT Volume 1 – Metodologia e Conceitos (2008).

- **Encargos sociais**

Entende-se como custos referentes aos encargos sociais, aqueles custos que são acrescidos ao salário mensal dos trabalhadores por meio de determinação ou regulamentação por legislação vigente.

A título de exemplificação, são considerados encargos sociais, segundo o Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes (DNIT, 2008), os seguintes encargos:

- INSS, FGTS, SESI, SENAI, INCRA;
- salário educação, seguro contra acidente de trabalho (INSS);
- repouso semanal remunerado, férias, auxílio enfermidade, licença paternidade;
- multa por rescisão de contrato, aviso-prévio indenizado.

Sabendo-se que o custo referente à mão de obra corresponde ao somatório dos custos de salário com os custos de encargos sociais, tem-se a seguinte expressão matemática:

$$CHMO = \frac{SM \times (1 + CES) \times PS}{220} \quad (3.6)$$

em que:

CHMO – custo horário da mão de obra;

SM – salário mínimo vigente, em R\$;

CES – custo com encargos sociais;

PS – padrão salarial.

3.2.1.3.3 Considerações importantes

Partindo do pressuposto que o custo horário do equipamento é composto pelos custos de propriedade, de manutenção e de operação, o DNIT, em sua metodologia, formulou a seguinte expressão matemática para o custo horário dos equipamentos:

$$CH = \underbrace{\frac{Va - Vr}{n \times Hta}}_{\text{Custo de propriedade}} + \underbrace{\frac{Va \times K}{n \times Hta}}_{\text{Custo de manutenção}} + \underbrace{CM \times P \times C_{comb} + Q \times PS \times SM \times ES}_{\text{Custo de operação}} \quad (3.7)$$

em que:

CH – custo horário (produtivo) do equipamento;

Va – valor de aquisição do equipamento;

Vr – valor residual do equipamento;

n – vida útil do equipamento, em anos;

Hta – horas trabalhadas por ano;

K – coeficiente de manutenção;

CM – coeficiente de materiais;

P – potência do equipamento;

C_{comb} – custo de combustível;

Q – quantidade de operadores;

PS – padrão salarial;

SM – salário mínimo vigente.

ES – fator de encargos sociais (2,263), valor adotado no manual do DNIT.

Nota-se que o SINCTRAN não utilizou a parcela correspondente aos custos com seguros e impostos dos equipamentos, devido ao fato de que, geralmente, os proprietários dos equipamentos não adquirem seguros junto às companhias seguradoras, assumindo o risco por conta própria.

Verifica-se ainda, que o Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes do (DNIT, 2008) denominou o resultado da equação do custo horário, como sendo o custo horário produtivo do equipamento. Segundo o referido Manual, custo horário produtivo:

É aquele em que o equipamento está dedicado ao serviço, na frente de trabalho, com seus motores ou acionadores ligados, quando for o caso, ou em condições de trabalho, quando se tratar de equipamento não propelido mecanicamente. (MANUAL DE CUSTOS DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES DNIT V1; p. 70 - 2008)

Além do custo horário produtivo, o Manual faz referência a outro tipo de custo, que, se complementa a aquele na composição final do custo horário do equipamento. Trata-se do custo horário improdutivo, que é entendido como:

O custo improdutivo corresponde a mão de obra de operação, já que os outros custos serão incididos durante a vida útil do equipamento. É sugerido, adicionar um percentual aproximadamente de 3 % do custo improdutivo ao custo final, para suprir este gasto. (MANUAL DE CUSTOS DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES DNIT V1; p. 70 - 2008)

Em resumo, a metodologia adotada pelo DNIT, de acordo com o Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes do (DNIT, 2008), considera o Custo Horário do Equipamento como o somatório do custo produtivo com o custo improdutivo (3.7).

$$CH = CHP + CHI \quad (3.8)$$

em que:

CH – custo horário do equipamento;

CHP – custo horário produtivo do equipamento;

CHI – custo horário improdutivo do equipamento (3,0% do CHP).

Como anteriormente explicado no presente trabalho, o Custo Horário Produtivo é obtido através da Equação 3.7, também apresentada neste trabalho.

Com referência ao Custo Horário Improdutivo, o SINCTRAN optou por um acréscimo percentual de 3,0% incidente sobre o Custo Horário Produtivo de cada equipamento, valor que seria utilizado para remunerar as despesas com horas improdutivas. (DNIT, 2008).

3.3 COMPOSIÇÕES DE CUSTOS UNITÁRIOS DE SERVIÇOS (DNIT)

3.3.1 Quantificação dos serviços de terraplenagem

Para orçar-se uma obra de terraplenagem é necessário quantificar os diversos tipos de serviços, atribuindo-lhes custos unitários. Entendem-se como custos unitários, os custos necessários à execução de uma unidade da obra, e, geralmente, esta unidade da obra é representada por unidade de volume, como por exemplo, o metro cúbico (m³).

De acordo com o Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes (DNIT, 2008), a sistemática utilizada pelo DNIT para a quantificação dos serviços de terraplenagem engloba os seguintes:

a) Serviços preliminares

- desmatamento, destocamento de árvores - quantificação faz-se em m²;
- remoção de estruturas - a medição é efetuada conforme a sua natureza, em m²;
- remoção ou remanejamento de cercas delimitadoras - quantificação feita em metro (m);

- remanejamento de postes ou torres - serviço medido em unidades;
- outros serviços.

b) Caminhos de serviço

Por se tratar de um item de difícil quantificação, devido ao fato de ser um serviço muito específico e variável de acordo com as condições locais de acesso à obra, o DNIT adotou um valor percentual (que gira em torno de 5%) do valor total de escavações e aterros.

c) Cortes e empréstimos

No que se refere ao item de cortes e empréstimos de material, a quantificação se baseia na dificuldade extrativa do material a ser escavado e na distância de transporte deste material do ponto em que foi escavado até o ponto de destino final. A quantificação do serviço é realizada em unidades de volume (m^3).

d) Aterros

A quantificação é efetuada em unidades de volume (m^3) de material já compactado em aterro.

e) Serviços especiais

De todos os serviços especiais que podem ser realizados em obras de terraplenagem, apenas a remoção de solos moles recebe uma quantificação específica, em m^3 .

f) Emissão das Notas de Serviço de Terraplenagem

As notas de serviço de terraplenagem e as planilhas do cálculo dos volumes devem ser apresentadas contendo estimativa de volumes quantificados.

3.3.2 Composição dos custos unitários

A composição dos custos unitários dos serviços, segundo a metodologia proposta pelo DNIT, compreende a determinação dos custos enumerados nos itens que se seguem.

a) Custo horário dos equipamentos

É o custo necessário decorrente da utilização do equipamento por um período de uma hora. Esse custo é formado pelo somatório do custo horário produtivo com o custo horário improdutivo.

b) Custo horário de mão de obra suplementar

Este custo envolve a mão de obra direta (excluídos os operadores dos equipamentos e, eventualmente, os ajudantes) necessária para a execução dos serviços pelo período de uma hora.

c) Produção das equipes mecânicas

Consiste em se determinar a produção média de serviços pela Equipe Mecânica em um intervalo de tempo de uma hora. Entende-se como Equipe Mecânica, o conjunto de equipamentos que realizam, conjuntamente, a execução completa de um determinado serviço.

d) Custo unitário de material suplementar

Envolve os custos de aquisição dos materiais incorporados às obras e são obtidos com base nos respectivos consumos unitários estabelecidos nos projetos ou especificações, ou ainda através de pesquisas de mercado.

e) Custo unitário de transporte

Este custo é obtido com base nas distâncias médias de transporte a serem vencidas, no tipo de veículo utilizado, nas condições das vias, dentre outros elementos pertinentes.

f) Custo direto total

Este custo direto total, vide Equação (3.9), corresponde à soma dos custos horário dos equipamentos, mão-de-obra suplementar, produção, custo unitário de material suplementar e o custo unitário de transporte.

$$CDT = CHE + CHMO_S + CHP + CUM_S + CUT \quad (3.9)$$

em que:

CDT – custo direto total;

CHE – custo horário do equipamento;

CHMO_S – custo horário de mão de obra suplementar;

CHP – custo horário de produção;

CUM_S – custo unitário de material suplementar;

CUT – custo unitário de transporte.

g) Lucro e despesas indiretas (LDI)

Este valor é estabelecido multiplicando-se o "Custo Direto Total" pelo Fator de LDI, fixado pelo SICRO em 19,60 %. (Manual de Implantação Básica de Rodovia, 2010).

h) Custo unitário total

Representa o custo unitário total (Equação 3.10) do serviço e é resultado do somatório do "Custo Direto Total" com a parcela do LDI (Lucros e despesas indiretas), que corresponde a 19,60 % do "Custo Direto Total". (DNIT, 2010).

$$CUT = CDT \left(1 + \frac{LDI}{100}\right) \quad (3.10)$$

em que:

CUT – custo unitário total;

CDT – custo direto total;

LDI – lucro e despesas indiretas, em %.

3.4 ANÁLISE DOS CUSTOS

Tendo apresentado toda a metodologia utilizada pelo Departamento Nacional de Infraestrutura (DNIT), no que diz respeito à composição dos custos unitários dos serviços de terraplenagem, assim como a metodologia referente às composições dos custos horários dos equipamentos de terraplenagem, o presente trabalho apresenta, no Anexo A, valores de custos unitários de alguns dos principais serviços de terraplenagem, baseados em dados atualizados das tabelas de custos do SICRO2/DNIT para o Estado do Ceará.

Sabe-se da importância do conhecimento aprofundado de todos os elementos que compõem o Custo Unitário dos Serviços. Sendo assim, faz-se um detalhamento de toda a composição do custo, levantando-se quais os elementos que mais impactam na composição do custo unitário do serviço em análise, possibilitando ao responsável pela execução do serviço, um gerenciamento adequado de recursos financeiros e materiais.

Através desse detalhamento dos custos unitários, é possível saber quais os custos mais significantes para a execução de um serviço. Pode-se saber, por exemplo, qual das parcelas (equipamentos, mão-de-obra, material, dentre outras) componentes do custo unitário de um determinado serviço de terraplenagem, vem a ser a mais impactante no custo total deste serviço.

Sabendo-se desta necessidade de se conhecer a composição do custo unitário dos serviços, faz-se a seguir, a análise detalhada de custos unitários de alguns serviços de terraplenagem. Ressalta-se que as composições de custos analisadas foram obtidas nas tabelas de custos do SICRO2 (Sistema de Custos Rodoviários) do DNIT, ressalta-se ainda que as composições analisadas foram pesquisadas na tabela do SICRO2 para o Estado do Ceará.

Como não faz parte do objetivo principal deste trabalho analisar todas as composições do DNIT de custos unitários de serviços, optou-se por composições que abrangem diferentes tipos de equipamentos de terraplenagem, além de abranger diferentes tipos de serviços de terraplenagem (desmatamento, destocamento, escavação, carga, transporte, descarga, compactação).

Faz-se a seguir, a análise das composições de custo unitário de alguns serviços de terraplenagem.

a) Desmatamento, destocamento e limpeza de áreas com árvores de diâmetro até 0,15m

Conforme se apresentou no presente trabalho, no Anexo A, o *Custo Unitário Total* deste serviço é R\$0,34 por metro quadrado (m²). Segue a composição do custo unitário deste serviço:

DNIT - Sistema de Custos Rodoviários		Construção Rodoviária		SICRO2	
Custo Unitário de Referência		Ceara		RCTR0320	
Mês : Setembro / 2012		Produção da Equipe : 1444,0 m2		(Valores em R\$)	
2 S 01 000 00 - Desm. dest. limpeza áreas c/arv. diam. até 0,15 m					
A - Equipamento	Quantidade	Utilização		Custo Operacional	Custo Horário
		Operativa	Improdutiva	Operativo	Improdutivo
E003 - Trator de Esteiras - com lâmina (259 kW)	1,00	1,00	0,00	353,52	19,19
					353,52
				Custo Horário de Equipamentos	353,52
B - Mão-de-Obra	Quantidade			Salário-Hora	Custo Horário
T501 - Encarregado de turma	0,50			19,19	9,60
T701 - Servente	2,00			8,31	16,64
				Custo Horário da Mão-de-Obra	26,23
				Adc.M.O. - Ferramentas: (15,51 %)	4,07
				Custo Horário de Execução	383,82
				Custo Unitário de Execução	0,27
				Custo Unitário Direto Total	0,27
				Lucro e Despesas Indiretas (26,70 %)	0,07
				Preço Unitário Total	0,34

Observações : Especificação de serviço: DNER ES-278.

Figura 3.1: Custo Unitário de Referência de Serviços (Desm. dest. limpeza áreas c/arv diam. até 0,15m).
Fonte: SICRO2 (Ceará) – DNIT (Setembro/2012).

Observa-se na composição acima, que o *Custo Horário de Execução* é de R\$383,82, e é obtido pelo somatório do *Custo Horário de Equipamentos* (R\$353,52) com o *Custo Horário da Mão-de-Obra* (R\$26,23) com o *Adc. M.O. – Ferramentas* (R\$4,07).

Para se chegar ao valor correspondente do *Custo Horário Total*, deve-se acrescentar ao valor do *Custo Horário de Execução*, um percentual de 26,70% (correspondente aos *Lucros e Despesas Indiretas*) deste custo. Sendo assim, tem-se como o *Custo Horário Total* deste serviço, o valor de R\$486,30.

Fazendo-se uma análise de custos, em percentual, temos os seguintes valores correspondentes a cada elemento, assim ilustrados na Figura 3.2:

Custo Horário de Equipamentos – 72,70%.

Custo Horário da Mão-de-Obra – 5,39%.

Ferramentas – 0,84%.

Lucros e Despesas Indiretas (LDI) – 21,07%.

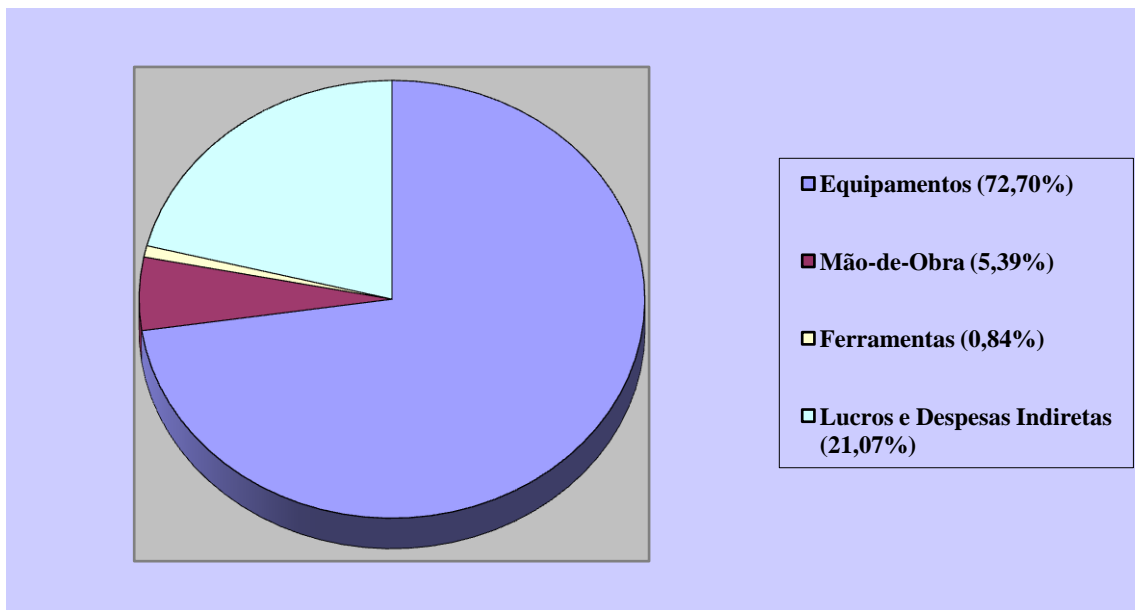


Figura 3.2: Composição percentual do custo unitário de serviço (Desmatamento, destocamento e limpeza de áreas com árvores de diâmetro até 0,15m).

Após análise dos dados ilustrados na Figura 3.1, verificou-se que o serviço em questão é executado apenas por um tipo de equipamento, no caso um Trator de Esteiras com lâmina.

Fazendo-se a devida análise dos dados percentuais obtidos (vide Figura 3.2), percebe-se que o Custo Horário Total, é subdividido em custos com equipamentos (72,70%), LDI (21,07%), mão-de-obra (5,39%) e Ferramentas (0,84%).

Nota-se a grande relevância que os custos com equipamentos possuem em relação ao custo total deste serviço, representando, no caso em análise, uma parcela superior a 70% do custo do serviço.

b) Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria para DMT 200 a 400m (com carregamento)

Conforme apresentado no presente trabalho, no Anexo A, o *Custo Unitário* deste serviço é R\$10,92 por metro cúbico (m³). Segue a composição do custo unitário deste serviço:

DNIT - Sistema de Custos Rodoviários		Construção Rodoviária		SICRO2		
Custo Unitário de Referência		Ceará		RCTR0320		
Mês : Setembro / 2012		Produção da Equipe : 162,00 m3		(Valores em R\$)		
2 S 01 101 10 - Esc. carga tr. mat 2º c. DMT 200 a 400m c/carreg						
A - Equipamento	Quantidade	Utilização		Custo Operacional		Custo Horário
		Operativa	Improdutiva	Operativo	Improdutivo	
E003 - Trator de Esteiras - com lâmina (259 kW)	1,00	0,92	0,08	353,52	19,19	326,78
E006 - Motoniveladora - (103 kW)	1,00	0,11	0,89	154,61	19,19	34,09
E010 - Carregadeira de Pneus - 3,3 m3 (147 kW)	1,00	1,00	0,00	182,09	19,19	182,09
E014 - Trator de Esteiras - com escarificador (259 kW)	1,00	0,63	0,37	365,23	19,19	237,20
E432 - Caminhão Basculante - 40 t (294 kW)	3,00	1,00	0,00	188,51	14,71	565,53
				Custo Horário de Equipamentos		1.345,69
B - Mão-de-Obra	Quantidade			Salário-Hora	Custo Horário	
T501 - Encarregado de turma	1,00			19,19	19,19	
T701 - Servente	3,00			8,31	24,95	
				Custo Horário da Mão-de-Obra		44,15
				Adc.M.O. - Ferramentas (15,51 %)		6,85
				Custo Horário de Execução		1.396,69
				Custo Unitário de Execução		8,62
				Custo Unitário Direto Total		8,62
				Lucro e Despesas Indiretas (26,70 %)		2,30
				Preço Unitário Total		10,92

Observações : Especificações de serviço: DNER-ES-280 E DNER-ES-281.

Figura 3.3: Custo Unitário de Referência de Serviços (Esc. carga tr. mat 2a c. DMT 200 a 400m c/carreg).

Fonte: SICRO2 (Ceará) – DNIT (Setembro/2012).

Observa-se na composição acima, que o *Custo Horário de Execução* é de R\$1.396,69, e é obtido pelo somatório do *Custo Horário de Equipamentos* (R\$1.345,69) com o *Custo Horário da Mão-de-Obra* (R\$44,15) com o *Adc. M.O. – Ferramentas* (R\$6,85).

Para se chegar ao valor correspondente do *Custo Horário Total*, deve-se acrescentar ao valor do *Custo Horário de Execução*, um percentual de 26,70% (correspondente aos *Lucros e Despesas Indiretas*) deste custo. Sendo assim, tem-se como o *Custo Horário Total* deste serviço, o valor de R\$1.769,61.

Fazendo-se uma análise de custos, em percentual, temos os seguintes valores correspondentes a cada elemento, assim ilustrados na Figura 3.4:

Custo Horário de Equipamentos – 76,04%.

Custo Horário da Mão-de-Obra – 2,49%.

Ferramentas – 0,39%.

Lucros e Despesas Indiretas – 21,08%.

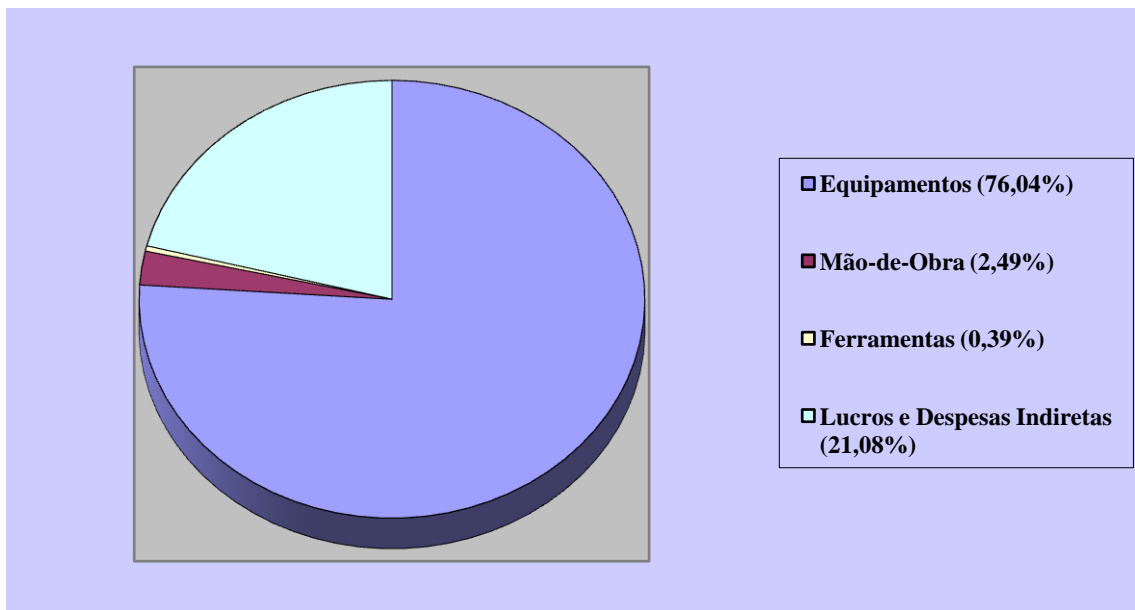


Figura 3.4: Composição percentual do custo unitário de serviço (Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria para DMT 200 a 400m (com carregamento)).

Após análise dos dados apresentados na Figura 3.3, verificou-se que o serviço em questão é executado por vários tipos de equipamentos, no caso um Trator de Esteiras com lâmina, um Trator de Esteiras com escarificador, uma Motoniveladora, uma Carregadeira de Pneus, e um Caminhão Basculante.

Fazendo-se a devida análise descritiva dos dados percentuais obtidos (vide Figura 3.4), percebe-se que o Custo Horário Total, é subdividido em custos com equipamentos (76,04%), LDI (21,08%), mão-de-obra (2,49%) e Ferramentas (0,39%).

Nota-se a grande relevância que os custos com equipamentos possuem em relação ao custo total deste serviço, representando, no caso em análise, uma parcela superior a 75% do custo do serviço.

c) Compactação de aterros a 100% *proctor* normal

Conforme apresentado no presente trabalho, no Anexo A, o *Custo Unitário* deste serviço é R\$3,03 por metro cúbico (m³). Segue a composição do custo unitário deste serviço:

DNIT - Sistema de Custos Rodoviários		Construção Rodoviária			SICRO2	
Custo Unitário de Referência		Ceara			RCTR0320	
Mês : Setembro / 2012		Produção da Equipe : 168,00 m3			(Valores em R\$)	
2 S 01 511 00 - Compactação de aterros a 100% proctor normal						
A - Equipamento	Quantidade	Utilização		Custo Operacional		Custo Horário
		Operativa	Improdutiva	Operativo	Improdutivo	
E006 - Motoniveladora - (103 kW)	1,00	0,30	0,70	154,61	19,19	59,82
E007 - Trator Agrícola - (74 kW)	1,00	0,52	0,48	62,89	11,51	38,23
E013 - Rolo Compactador - pé de carneiro autop. 11,25t vibrat (82 kW)	1,00	1,00	0,00	108,68	11,51	108,68
E101 - Grade de Discos - GA 24 x 24	1,00	0,52	0,48	2,57	0,00	1,34
E407 - Caminhão Tanque - 10.000 l (191 kW)	2,00	0,54	0,46	128,94	14,71	152,80
				Custo Horário de Equipamentos		360,87
B - Mão-de-Obra	Quantidade			Salário-Hora	Custo Horário	
T501 - Encarregado de turma	1,00			19,19	19,19	
T701 - Servente	2,00			8,31	16,64	
				Custo Horário da Mão-de-Obra		35,83
				Adc.M.O. - Ferramentas: (15,51 %)		5,56
				Custo Horário de Execução		402,26
				Custo Unitário de Execução		2,39
				Custo Unitário Direto Total		2,39
				Lucro e Despesas Indiretas (26,70 %)		0,64
				Preço Unitário Total		3,03

Observações : Especificação de serviço: DNER-ES-282.

Figura 3.5: Custo Unitário de Referência de Serviços (Compactação de aterros 100% a proctor normal).
Fonte: SICRO2 (Ceará) – DNIT (Setembro/2012).

Observa-se na composição acima, que o *Custo Horário de Execução* é de R\$402,26, e é obtido pelo somatório do *Custo Horário de Equipamentos* (R\$360,87) com o *Custo Horário da Mão-de-Obra* (R\$35,83) com o *Adc. M.O. – Ferramentas* (R\$5,56).

Para se chegar ao valor correspondente do *Custo Horário Total*, deve-se acrescentar ao valor do *Custo Horário de Execução*, um percentual de 26,70% (correspondente aos *Lucros e Despesas Indiretas*) deste custo. Sendo assim, tem-se como o *Custo Horário Total* deste serviço, o valor de R\$509,66.

Fazendo-se uma análise de custos, em percentual, temos os seguintes valores correspondentes a cada elemento, assim ilustrados na Figura 3.6:

Custo Horário de Equipamentos – 70,81%.

Custo Horário da Mão-de-Obra – 7,03%.

Ferramentas – 1,09%.

Lucros e Despesas Indiretas – 21,07%.

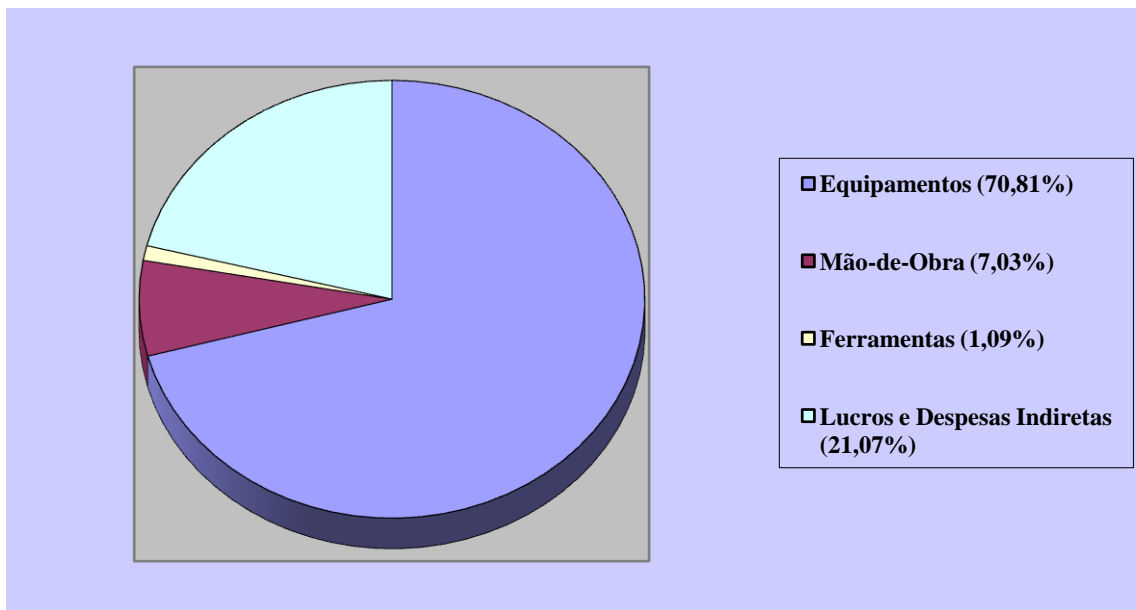


Figura 3.6: Composição percentual do custo unitário de serviço (Compactação de aterros a 100% proctor normal).

Após análise dos dados ilustrados na Figura 3.5, verificou-se que o serviço em questão é executado por vários tipos de equipamentos, no caso uma Motoniveladora, um Trator Agrícola, e um Rolo Compactado pé-de-carneiro, e um Caminhão Tanque.

Fazendo-se a devida análise dos dados percentuais obtidos (vide Figura 3.6), percebe-se que o Custo Horário Total, é subdividido em custos com equipamentos (70,81%), LDI (21,07%), mão-de-obra (7,03%) e Ferramentas (1,09%).

Nota-se a grande relevância que os custos com equipamentos possuem em relação ao custo total deste serviço, representando, no caso em análise, uma parcela de aproximadamente 70% do custo do serviço.

d) Escavação mecânica de vala em material de 2a categoria

Conforme apresentado no presente trabalho, no Anexo A, o *Custo Unitário* deste serviço é R\$7,16 por metro cúbico (m³). Segue a composição do custo unitário deste serviço:

DNIT - Sistema de Custos Rodoviários		Construção Rodoviária			SICRO2	
Custo Unitário de Referência		Ceará			RCTR0320	
Mês : Setembro / 2012		Produção da Equipe : 15,00 m3			(Valores em R\$)	
2 S 04 011 00 - Escavação mecânica de vala em mat. 2a categoria						
A - Equipamento	Quantidade	Utilização		Custo Operacional		Custo Horário
		Operativa	Improdutiva	Operativo	Improdutivo	
E011 - Retroescavadeira - de pneus (56 kW)	1,00	1,00	0,00	72,45	19,19	72,45
				Custo Horário de Equipamentos		72,45
B - Mão-de-Obra	Quantidade				Salário-Hora	Custo Horário
T501 - Encarregado de turma	0,10				19,19	1,92
T701 - Servente	1,00				8,31	8,32
					Custo Horário da Mão-de-Obra	
					10,24	
					Adc.M.O. - Ferramentas: (20,51 %)	
					2,10	
					Custo Horário de Execução	
					84,79	
					Custo Unitário de Execução	
					5,65	
					Custo Unitário Direto Total	
					5,65	
					Lucro e Despesas Indiretas (26,70 %)	
					1,51	
					Preço Unitário Total	
					7,16	

Figura 3.7: Custo Unitário de Referência de Serviços (Escavação mecânica de vala em mat. 2a categoria).

Fonte: SICRO2 (Ceará) – DNIT (Setembro/2012).

Observa-se na composição acima, que o *Custo Horário de Execução* é de R\$84,79, e é obtido pelo somatório do *Custo Horário de Equipamentos* (R\$72,45) com o *Custo Horário da Mão-de-Obra* (R\$10,24) com o *Adc. M.O. – Ferramentas* (R\$2,10).

Para se chegar ao valor correspondente do *Custo Horário Total*, deve-se acrescentar ao valor do *Custo Horário de Execução*, um percentual de 26,70% (correspondente aos *Lucros e Despesas Indiretas*) deste custo. Sendo assim, tem-se como o *Custo Horário Total* deste serviço, o valor de R\$107,43.

Fazendo-se uma análise de custos, em percentual, temos os seguintes valores correspondentes a cada elemento, assim ilustrados na Figura 3.8:

Custo Horário de Equipamentos – 67,44%.

Custo Horário da Mão-de-Obra – 9,53%.

Ferramentas – 1,95%.

Lucros e Despesas Indiretas – 21,08%.

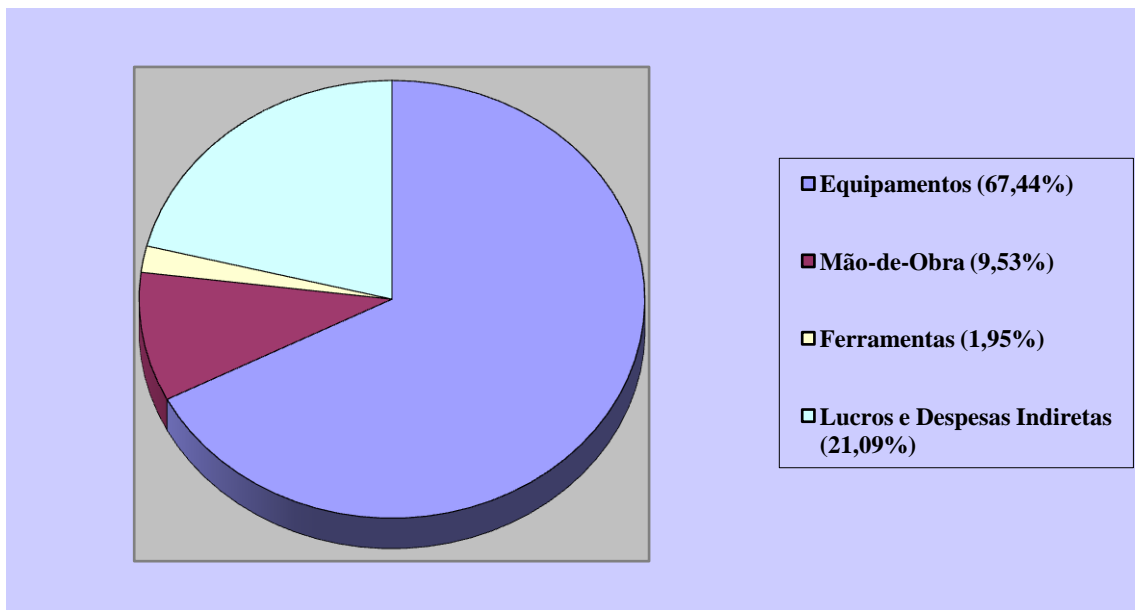


Figura 3.8: Composição percentual do custo unitário de serviço (Escavação mecânica de vala em material de 2ª categoria).

Após análise dos dados apresentados na Figura 3.7, verificou-se que o serviço em questão é executado apenas por um tipo de equipamento, no caso um Retroescavadeira de Pneus.

Fazendo-se a devida análise dos dados percentuais obtidos (vide Figura 3.8), percebe-se que o Custo Horário Total, é subdividido em custos com equipamentos (67,44%), LDI (21,08%), mão-de-obra (9,53%) e Ferramentas (1,95%).

Nota-se a grande relevância que os custos com equipamentos possuem em relação ao custo total deste serviço, representando, no caso em análise, uma parcela superior a 65% do custo do serviço.

e) Areia extraída com trator e carregadeira

Conforme apresentado no presente trabalho, no Anexo A, o *Custo Unitário* deste serviço é R\$239,13 por metro cúbico (m³). Segue a composição do custo unitário deste serviço:

DNIT - Sistema de Custos Rodoviários		Atividades Auxiliares			SICRO2	
Custo Unitário de Referência		Ceará			RCTR0320	
Mês : Setembro / 2012		Produção da Equipe : 50,00 m3			(Valores em R\$)	
1 A 01 170 02 - Areia extraída com trator e carregadeira						
A - Equipamento		Quantidade	Utilização		Custo Operacional	
			Operativa	Improdutiva	Operativo	Improdutivo
E001 - Trator de Esteiras - com lâmina (67 kW)	1,00	1,00	0,00		110,24	19,19
E016 - Carregadeira de Pneus - 1,91 m3 (113 kW)	1,00	0,56	0,44		120,07	19,19
					Custo Horário de Equipamentos	
					185,93	
B - Mão-de-Obra		Quantidade			Salário-Hora	Custo Horário
T501 - Encarregado de turma	1,00				19,19	19,19
T701 - Servente	3,00				8,31	24,95
					Custo Horário da Mão-de-Obra	
					44,15	
					Adc.M.O. - Ferramentas: (20,51 %)	
					9,05	
					Custo Horário de Execução	
					239,13	
					Custo Unitário de Execução	
					4,78	
C - Material		Quantidade	Unidade	Preço Unitário		Custo Unitário
M980 - Indenização de jazida		1,0000	m3	0,01		0,01
					Custo Total do Material	
					0,01	
					Custo Unitário Direto Total	
					4,79	
					Preço Unitário Total	
					4,79	

Observações : Especificação de serviço: DNER-ES-280 e DNER-ES-281

Figura 3.9: Custo Unitário de Referência de Serviços (Areia extraída com trator e carregadeira).

Fonte: SICRO2 (Ceará) – DNIT (Setembro/2012).

Observa-se na composição acima, que o *Custo Horário de Execução* é de R\$239,13, e é obtido pelo somatório do *Custo Horário de Equipamentos* (R\$185,93) com o *Custo Horário da Mão-de-Obra* (R\$44,15) com o *Adc. M.O. – Ferramentas* (R\$9,05).

Para se chegar ao valor correspondente do *Custo Horário Total*, deve-se acrescentar ao valor do *Custo Horário de Execução*, um percentual de 26,70% (correspondente aos *Lucros e Despesas Indiretas*) deste custo. Sendo assim, tem-se como o *Custo Horário Total* deste serviço, o valor de R\$302,98.

Fazendo-se uma análise de custos, em percentual, temos os seguintes valores correspondentes a cada elemento, assim ilustrados na Figura 3.10:

Custo Horário de Equipamentos – 61,37%.

Custo Horário da Mão-de-Obra – 14,57%.

Ferramentas – 2,99%.

Lucros e Despesas Indiretas – 21,08%.

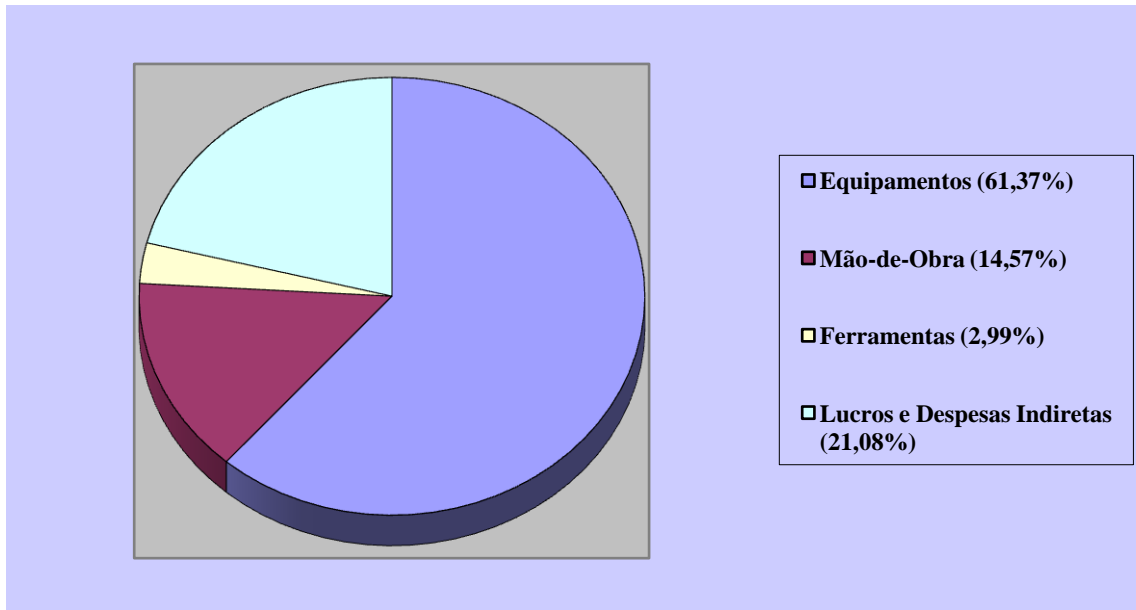


Figura 3.10: Composição percentual do custo unitário de serviço (Areia extraída com trator e escavadeira).

Após análise dos dados ilustrados na Figura 3.9, verificou-se que o serviço em questão é executado por vários tipos de equipamentos, no caso um Trator de Esteiras com lâmina, e uma Carregadeira de Pneus.

Fazendo-se a devida análise dos dados percentuais obtidos (vide Figura 3.10), percebe-se que o Custo Horário Total, é subdividido em custos com equipamentos (61,37%), LDI (21,08%), mão-de-obra (14,57%) e Ferramentas (2,99%).

Nota-se a grande relevância que os custos com equipamentos possuem em relação ao custo total deste serviço, representando, no caso em análise, uma parcela superior a 60% do custo do serviço.

3.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste Capítulo, foi discutida a metodologia adotada pelo DNIT para a formulação de tabelas de custos unitários. Foram apresentados os custos associados aos equipamentos, assim como foram apresentadas composições de custos unitários de alguns tipos de serviços, sendo realizadas as devidas análises.

Feitas as análises das composições de custos unitários apresentadas, constatou-se que ocorre uma característica comum entre elas: percebeu-se que existe uma influência bastante significativa dos custos com equipamentos no custo total do serviço.

Apesar do presente trabalho analisar uma quantidade mínima de composições, pode-se afirmar que existe uma tendência na qual o custo com equipamentos é a parcela mais significativa do custo total de serviços, representando cerca de dois terços do custo total, para os serviços analisados.

Por se tratar de um custo altamente impactante, é de extrema importância o conhecimento, mesmo que superficialmente, das especificações técnicas de cada equipamento, possibilitando a escolha do tipo de máquina mais apropriada para a execução de determinado serviço, evitando assim, prejuízos financeiros provocados pelo mal uso de equipamentos.

CAPÍTULO 4

CONCLUSÕES

4.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, foram apresentados os principais tipos de equipamentos utilizados em obras de terraplenagem, bem como suas aplicações nos diversos serviços em obras de construção civil.

Procederam-se, no presente trabalho, levantamento e análise de dados e informações utilizados na elaboração das composições de custos unitários de diversos serviços de terraplenagem, através de revisão bibliográfica e pesquisa sobre os parâmetros adotados pelo DNIT.

Apresentou-se neste trabalho, que o custo unitário de serviços é obtido pelo somatório dos custos com equipamentos, mão-de-obra, materiais e transportes. Conceituou-se e detalhou-se cada um destes componentes, possibilitando a verificação da representatividade de cada um deles no custo unitário total do serviço.

Por fim, apresentaram-se algumas composições de custos unitários do DNIT, composições estas, devidamente analisadas. A análise destas composições de custos foi realizada objetivando, principalmente, uma estimativa do impacto causado pelos custos com equipamentos no custo total do serviço, pois se trata do enfoque principal deste trabalho acadêmico.

4.2 RESULTADOS OBTIDOS

Através dos estudos efetuados, obteve-se uma maior compreensão da estruturação do custo unitário total de um serviço, assim como se obteve conhecimentos suficientes para o entendimento da metodologia utilizada para o cálculo do custo horário de equipamentos de terraplenagem.

Os resultados obtidos pelo levantamento e análise dos custos unitários dos serviços de terraplenagem, retirados da Tabela de Valores de Custo Unitário do SICRO2/DNIT, comprovaram o grande impacto que o custo com equipamentos provoca no custo total do serviço.

Apesar do considerável impacto que os equipamentos têm sobre o custo total do empreendimento, percebeu-se que existe grande carência, na área da construção civil, no que se refere a estudos que auxiliem na escolha adequada do equipamento utilizado na execução de determinado serviço.

4.3 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

No decorrer da realização deste trabalho, ocorreram algumas dificuldades relacionadas a coleta de informações técnicas junto ao DNIT e alguns fabricantes.

Por se tratar de um tema pouco difundido, existem poucas fontes de pesquisa no Brasil sobre as metodologias utilizadas para a formação de composições de custos unitários.

Este trabalho se limitou, quase que exclusivamente, ao estudo aprofundado da metodologia de formação de composição de custos adotada pelo DNIT. Optou-se pelo DNIT por tratar-se de um Órgão Federal que tem décadas de experiência na formulação de tabelas de custos unitários, e por ser atualmente, uma das fontes de pesquisa mais utilizadas pelos profissionais da área de construção civil.

O trabalho restringiu-se, devido à restrições de tempo, a efetuar uma análise percentual do impacto dos insumos nos custos unitários dos serviços de um número reduzido de serviços. Essa amostragem, na visão do autor, não interfere de modo significativo na consistência das conclusões tiradas ao longo do trabalho.

4.4 RECOMENDAÇÕES PARA FUTUROS ESTUDOS

Tendo em vista a necessidade e importância do tema abordado no decorrer deste trabalho, faz-se apropriado propor algumas sugestões e recomendações voltadas para nortear e incentivar possíveis pesquisas ou estudos futuros.

Ressalta-se a importância do aprofundamento de estudos no assunto tratado, principalmente para execução de obras rodoviárias.

Recomendam-se estudos minuciosos sobre a relação custo/benefício dos equipamentos em todas as obras, principalmente em obras de terraplenagem.

Recomendam-se estudos comparativos envolvendo os diversos métodos de composição de custos.

Recomenda-se às construtoras, a realização de estimativas de custos buscando a opção mais lucrativa entre a compra ou o aluguel de equipamentos.

REFERÊNCIAS

- ABRAM, I. **Planejamento de Obras Rodoviárias**. Salvador: ANEOR, 2001.
- ABRAM, I. e V. ROCHA **Manual Prático de Terraplenagem**. Salvador: ANEOR, 2009.
- AGATTACH Disponível em: <<http://www.agattach.co.nz/orthman-scrapers-fe8120.html>>. Acesso em: 3 jan. 2013.
- AUTOLINE-EU Disponível em: <<http://autoline-eu.co.uk/sf/special-machinery-front-shovel-excavator-KOMATSU-PC-1250-7-12070110503466718200.html>> Acesso em: 6 jan. 2013.
- BURNINGHAM TRUCKING Disponível em <http://www.burninghamtrucking.com/side_dump_trucks.php>. Acesso em: 29 dez. 2012.
- BARBOSA, V. H. B. **Desenvolvimento de um Sistema de Apoio à Decisão para Seleção de Equipamentos em Obras de Construção Rodoviária**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.
- CARDOSO, R. S. **Orçamento de obras em foco: um novo olhar sobre a engenharia de custos**. São Paulo: PINI, 2008.
- CMP ENGINEERS Disponível em: <<http://cmpeng.com.au/>>. Acesso em: 6 jan. 2013.
- CARTERPILLAR Disponível em: <<http://brasil.cat.com/>>. Acesso em 15 dez. 2012.
- CARTERPILLAR Disponível em <<http://brasil.cat.com/>>. Acessado em 3 jan. 2013.
- DNER **Glossário de Termos Técnicos Rodoviários**. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem, Instituto de Pesquisas Rodoviárias, Rio de Janeiro, 1997.
- DNIT **Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes**. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, Diretoria Geral, Rio de Janeiro, 2008.
- DNIT **Manual de Implantação Básica de Rodovia**. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, Instituto de Pesquisas Rodoviárias, Rio de Janeiro, 2010.
- ELKINS MACHINERY Disponível em: <<http://www.elkinsmachinery.com/category/elevating-scrapers/>>. Acesso em: 3 jan. 2013.
- FREITAS, C.L; MARQUES, M.G; SILVA, L.M; MACHADO, R.R; MACHADO, C.C. **Estudo Comparativo Envolvendo três Métodos de Cálculo de Custo Operacional do Caminhão Bitrem**. Revista *Árvore* V.28 n°6, 2004. Disponível em <<http://www.revistaarvore.ufv.br>> Acesso em: 16 jan. 2013.
- HANSEN, D. R. e MOWEN, M. M. **Gestão de Custos: Contabilidade e Controle**. São Paulo: THOMSON PIONEIRA, 2001.

KEITH DAY TRUCKING Disponível em: <<http://www.keithdaycompany.com/wp-content/uploads/2010/06/Bottom-Dump-e1277156917632.jpg>>. Acesso em: 4 jan. 2013.

LEONE, G. S. G. **Curso de Contabilidade de Custos**. São Paulo: ATLAS, 2000.

LUNKES, R. J. **Manual de Orçamento**. São Paulo: ATLAS, 2007.

MARTINS, E. **Contabilidade de Custos**. São Paulo: ATLAS, 2010.

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

PEREZ JR., J. H.; OLIVEIRA, L. M. e COSTA, R. G. **Gestão Estratégica de Custos: Textos e Testes com as Respostas**. São Paulo: ATLAS, 2012.

RICARDO, H. S. e G. CATALANI **Manual Prático de Escavação - Terraplenagem e Escavação de Rocha**. São Paulo: PINI, 2007.

SANTOS, J. **Análise de Custos: Um Enfoque Gerencial com Ênfase para Custeamento Marginal**. São Paulo: ATLAS, 1990.

SHACMAN Disponível em: <<http://www.metroshacman.com.br/caminhoes/caminhoes-rigidos/shacman-dt-385-6x4.html>>. Acesso em: 05 jan. 2013.

TECOMPAC Disponível em: <<http://tecompac.com.br/produto.php?idP=15&idC=8>> Acesso em: 5 jan. 2013.

TEREX Disponível em: <<http://www.terex.com/en/>>. Acesso em 2 jan. 2013.

USP **Alternativas para a redução do desperdício de materiais nos canteiros de obras**. Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Construção Civil, São Paulo, 2003.

XGGM-MACHINE Disponível em: <<http://www.xggm-machine.com.pt/8-bulldozer-1.html>>. Acessado em: 7 nov. 2012.

ZUCCHI, A. L. **Contabilidade de Custos**. São Paulo: SCIPIONE, 1992.

ANEXO A – VALORES DE CUSTO UNITÁRIO DE SERVIÇOS

Descrição do serviço	Unidade	Custo Unitário (R\$)
Desm. dest. limpeza áreas c/arv. diam. até 0,15 m	M ²	0,34
Destocamento de árvores D=0,15 a 0,30 m	Und	32,42
Destocamento de árvores c/diâm. > 0,30 m	Und	81,05
Esc. carga transp. mat 1ª cat DMT 50 m	M ³	1,70
Esc. carga transp. mat 1ª cat DMT 50 a 200m c/m	M ³	4,93
Esc. carga transp. mat 1ª cat DMT 200 a 400m c/m	M ³	5,93
Esc. carga transp. mat 1ª cat DMT 400 a 600m c/m	M ³	6,96
Esc. carga transp. mat 1ª cat DMT 600 a 800m c/m	M ³	7,91
Esc. carga transp. mat 1ª cat DMT 800 a 1000m c/m	M ³	9,08
Esc. carga transp. mat 1ª cat DMT 1000 a 1200m c/m	M ³	10,31
Esc. carga transp. mat 1ª cat DMT 1200 a 1400m c/m	M ³	11,45
Esc. carga tr. mat 1ª c. DMT 50 a 200m c/carreg	M ³	6,74
Esc. carga tr. mat 1ª c. DMT 200 a 400m c/carreg	M ³	7,34
Esc. carga tr. mat 1ª c. DMT 400 a 600m c/carreg	M ³	7,66
Esc. carga tr. mat 1ª c. DMT 600 a 800m c/carreg	M ³	8,02
Esc. carga tr. mat 1ª c. DMT 800 a 1000m c/carreg	M ³	8,60
Esc. carga tr. mat 1ª c. DMT 1000 a 1200m c/carreg	M ³	8,93
Esc. carga tr. mat 1ª c. DMT 1200 a 1400m c/carreg	M ³	9,23
Esc. carga tr. mat 1ª c. DMT 1400 a 1600m c/carreg	M ³	9,69
Esc. carga tr. mat 1ª c. DMT 1600 a 1800m c/carreg	M ³	9,84
Esc. carga tr. mat 1ª c. DMT 1800 a 2000m c/carreg	M ³	10,43
Esc. carga tr. mat 1ª c. DMT 2000 a 3000m c/carreg	M ³	11,62
Esc. carga tr. mat 1ª c. DMT 3000 a 5000m c/carreg	M ³	14,89
Esc. carga transp. mat 1ª cat DMT 50 a 200m c/e	M ³	5,45
Esc. carga transp. mat 1ª cat DMT 200 a 400m c/e	M ³	5,91
Esc. carga transp. mat 1ª cat DMT 400 a 600m c/e	M ³	6,40
Esc. carga transp. mat 1ª cat DMT 600 a 800m c/e	M ³	6,85
Esc. carga transp. mat 1ª cat DMT 800 a 1000m c/e	M ³	7,26
Esc. carga transp. mat 1ª cat DMT 1000 a 1200m c/e	M ³	7,67
Esc. carga transp. mat 1ª cat DMT 1200 a 1400m c/e	M ³	8,05
Esc. carga transp. mat 1ª cat DMT 1400 a 1600m c/e	M ³	8,37
Esc. carga transp. mat 1ª cat DMT 1600 a 1800m c/e	M ³	8,51
Esc. carga transp. mat 1ª cat DMT 1800 a 2000m c/e	M ³	9,15
Esc. carga transp. mat 1ª cat DMT 2000 a 3000m c/e	M ³	10,27
Esc. carga transp. mat 1ª cat DMT 3000 a 5000m c/e	M ³	13,67
Esc. carga transp. mat 2ª cat DMT 50m	M ³	3,68
Esc. carga transp. mat 2ª cat DMT 50 a 200m c/m	M ³	8,58
Esc. carga transp. mat 2ª cat DMT 200 a 400m c/m	M ³	8,62
Esc. carga transp. mat 2ª cat DMT 400 a 600m c/m	M ³	10,35
Esc. carga transp. mat 2ª cat DMT 600 a 800m c/m	M ³	12,08
Esc. carga transp. mat 2ª cat DMT 800 a 1000m c/m	M ³	13,80
Esc. carga transp. mat 2ª cat DMT 1000 a 1200m c/m	M ³	13,82
Esc. carga transp. mat 2ª cat DMT 1200 a 1400m c/m	M ³	15,56
Esc. carga tr. mat 2ª c. DMT 50 a 200m c/carreg	M ³	10,41
Esc. carga tr. mat 2ª c. DMT 200 a 400m c/carreg	M ³	10,92
Esc. carga tr. mat 2ª c. DMT 400 a 600m c/carreg	M ³	11,56
Esc. carga tr. mat 2ª c. DMT 600 a 800m c/carreg	M ³	12,15
Esc. carga tr. mat 2ª c. DMT 800 a 1000m c/carreg	M ³	12,51
Esc. carga tr. mat 2ª c. DMT 1000 a 1200m c/carreg	M ³	13,20
Esc. carga tr. mat 2ª c. DMT 1200 a 1400m c/carreg	M ³	13,60
Esc. carga tr. mat 2ª c. DMT 1400 a 1600m c/carreg	M ³	13,97

Descrição do serviço	Unidade	Custo Unitário (R\$)
Esc. carga tr. mat 2a c. DMT 1600 a 1800m c/carreg	M³	14,14
Esc. carga tr. mat 2a c. DMT 1800 a 2000m c/carreg	M³	14,84
Esc. carga tr. mat 2a c. DMT 2000 a 3000m c/carreg	M³	16,19
Esc. carga tr. mat 2a c. DMT 3000 a 5000m c/carreg	M³	20,48
Esc. carga transp. mat 2a cat DMT 50 a 200m c/e	M³	7,61
Esc. carga transp. mat 2a cat DMT 200 a 400m c/e	M³	8,21
Esc. carga transp. mat 2a cat DMT 400 a 600m c/e	M³	8,67
Esc. carga transp. mat 2a cat DMT 600 a 800m c/e	M³	9,03
Esc. carga transp. mat 2a cat DMT 800 a 1000m c/e	M³	9,86
Esc. carga transp. mat 2a cat DMT 1000 a 1200m c/e	M³	10,38
Esc. carga transp. mat 2a cat DMT 1200 a 1400m c/e	M³	10,80
Esc. carga transp. mat 2a cat DMT 1400 a 1600m c/e	M³	11,12
Esc. carga transp. mat 2a cat DMT 1600 a 1800m c/e	M³	11,48
Esc. carga transp. mat 2a cat DMT 1800 a 2000m c/e	M³	12,05
Esc. carga transp. mat 2a cat DMT 2000 a 3000m c/e	M³	13,23
Esc. carga transp. mat 2a cat DMT 3000 a 5000m c/e	M³	17,37
Esc. carga transp. mat 3a cat DMT até 50m	M³	19,90
Esc. carga transp. mat 3a cat DMT 50 a 200m	M³	24,35
Esc. carga transp. mat 3a cat DMT 200 a 400m	M³	25,24
Esc. carga transp. mat 3a cat DMT 400 a 600m	M³	26,52
Esc. carga transp. mat 3a cat DMT 600 a 800m	M³	27,41
Esc. carga transp. mat 3a cat DMT 800 a 1000m	M³	28,30
Esc. carga transp. mat 3a cat DMT 1000 a 1200m	M³	28,68
Esc. carga transp. solos moles DMT 0 a 200m	M³	15,92
Esc. carga transp. solos moles DMT 200 a 400m	M³	17,26
Esc. carga transp. solos moles DMT 400 a 600m	M³	17,84
Esc. carga transp. solos moles DMT 600 a 800m	M³	18,51
Esc. carga transp. solos moles DMT 800 a 1000m	M³	19,8
Compactação de aterros a 95% proctor normal	M³	2,61
Compactação de aterros a 100% proctor normal	M³	3,03
Construção de corpo de aterro em rocha	M³	7,94
Compactação de camada final de aterro de rocha	M³	63,70
Compactação camada final de aterro de rocha BC	M³	105,87
Compactação de material de "bota-fora"	M³	2,07
Reforço do subleito	M³	10,97
Regularização do subleito	M²	0,76
Escavação mecânica de vala em mat. 1a cat.	M³	5,97
Escavação mecânica de vala em mat. 2a categoria	M³	7,16
Escavação em vala material de 3a categoria	M³	69,88
Transp. local c/ basc. 10m3 rodov. não pav (const)	tkm	0,67
Transporte local c/ basc. p/ rocha rodov. não pav.	tkm	0,94
Transporte comercial c/ basc. 10m3 rod. não pav.	tkm	0,53
Transp. local c/ basc. 10m3 rodov. pav. (const)	tkm	0,52
Transporte local c/ basc. p/ rocha rodov. pav.	tkm	0,71
Transporte comercial c/ basc. 10m3 rod. pav.	tkm	0,35
Limpeza camada vegetal em jazida (const e restr.)	M²	0,37
Escav. e carga de mater. de jazida(const e restr)	M³	3,04
Areia extraída com escavadeira hidráulica	M³	5,44
Areia extraída com trator e carregadeira	M³	4,79

Fonte: Adaptado da Tabela de Custo Unitário de Referência do SICRO2 (Estado do Ceará) - DNIT
Tabela atualizada pelo DNIT em setembro/2012.