

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
FACULDADE DE TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE POS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE  
PRODUÇÃO

INCORPORAÇÃO DE NOVOS EQUIPAMENTOS NO PROCESSO  
DE RESTAURAÇÃO DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS NO  
ESTADO DO AMAZONAS.

RUBELMAR MAIA DE AZEVEDO CRUZ FILHO

Manaus  
2010

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
FACULDADE DE TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE POS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE  
PRODUÇÃO

RUBELMAR MAIA DE AZEVEDO CRUZ FILHO

INCORPORAÇÃO DE NOVOS EQUIPAMENTOS NO PROCESSO  
DE RESTAURAÇÃO DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS NO  
ESTADO DO AMAZONAS.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Amazonas, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. DSc. Raimundo Pereira de Vasconcelos

Manaus  
2010

Ficha Catalográfica  
(Catalogação realizada pela Biblioteca Central da UFAM)

Cruz Filho, Rubelmar Maia de Azevedo

C957i      Incorporação de novos equipamentos no processo de restauração  
de pavimentos flexíveis no estado do Amazonas / Rubelmar Maia de  
Azevedo Cruz Filho. - Manaus: UFAM, 2010.  
167 f.; il. color.

Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) —  
Universidade Federal do Amazonas, 2010.

Orientador: Prof. Dr. Raimundo Pereira de Vasconcelos

1. Pavimentação 2. Produtividade 3. Custos I. Vasconcelos,  
Raimundo Pereira de II. Universidade Federal do Amazonas III.  
Título

CDU 625.8(811.3)(043.3)

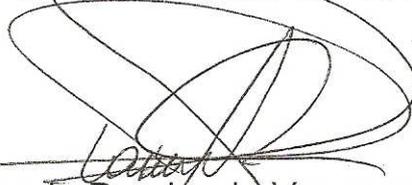
RUBELMAR MAIA DE AZEVEDO CRUZ FILHO

INCORPORAÇÃO DE NOVOS EQUIPAMENTOS NO PROCESSO DE  
RESTAURAÇÃO DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS NO ESTADO DO  
AMAZONAS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Amazonas, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção, área de concentração Gestão da Produção.

Aprovada em 29 de janeiro de 2010

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Raimundo Pereira de Vasconcelos, Presidente.  
Universidade Federal do Amazonas



Prof. Dr. Nilton de Souza Capelo, Membro  
Universidade Federal do Amazonas



Prof. Dr. Nilson Rodrigues Barreiros, Membro  
Universidade Federal do Amazonas

Ao meu amado **Pai** que sempre me mostrou, com especial carinho, que o *Omni Vincit Labor*, a minha **Mãe** em quem me espelho para sempre estar em busca do saber sem me desvirtuar da ética e moral, a minha **Esposa** que sempre esteve ao meu lado nas horas mais difíceis desta jornada e a todos os **Filhos** que nunca me faltaram com o carinho e compreensão, principalmente nas horas em que lhes fui ausente, mas tive que seguir a caminhada.

## AGRADECIMENTOS

“A DEUS que sempre me deu forças e proveu de luz o meu caminhar”.

*Aos Professores, Dr. Eduardo de Moura Jardim e Dr. Waltair Vieira Machado, pelo apoio e palavras de incentivo durante o curso;*

*Ao meu Orientador, Prof. DSc. Raimundo Pereira de Vasconcelos, por sua capacidade e paciência na condução dos problemas;*

*Ao brilhante Amigo Prof. MSc. Atlas Augusto Bacellar, pelo grande apoio e estímulo prestado durante o curso;*

*Ao amigo Prof. DSc. Nilton de Souza Campelo, pelos incentivos na “reta final”;*

*À Prof<sup>a</sup>. MSc. Eliza Maria Luchini de Oliveira, pela grande contribuição na revisão deste trabalho;*

*Ao Amigo incontestemente Dr. João Avelino Neto que sempre me deu todo apoio nas horas mais difíceis desta jornada;*

*A todos os meus queridos Irmãos que nunca me faltaram com suas palavras de carinho e amor;*

*As colegas de trabalho Professoras, MSc. Carla Calheiros, e MSc. Valdete Araújo, que sempre estiveram prontas para participar e ajudar;*

*Enfim, para não ser injusto, a todos os que direta ou indiretamente colaboraram com o desenvolvimento deste trabalho.*

*“Viver não é necessário; o que é necessário é criar.  
Não conto gozar a minha vida; nem em gozá-la penso.  
Só quero torná-la grande, ainda que para isso tenha de  
ser o meu corpo e a (minha alma) a lenha desse fogo.”*  
*(Fernando Pessoa)*

## RESUMO

Um dos principais gargalos para a produção industrial do país ainda é o transporte, sendo o rodoviário o gerador de transtornos e problemas para o escoamento da produção por ser o principal modal utilizado. A malha rodoviária brasileira encontra-se em péssimas condições de tráfego, como resultado há um custo de transporte rodoviário muito alto se comparado a outros países, refletindo diretamente no custo final dos produtos aqui produzidos e diminuindo a competitividade brasileira no mercado exterior. O governo, através do Ministério dos Transportes, tem despendido esforços para restaurar a malha viária federal. Os recursos disponíveis sempre são em ordem inferior às necessidades, portanto, é necessário que além de um planejamento eficiente na aplicação desses recursos, exista a competência necessária para se reduzir os custos dos serviços de restauração de rodovias. O objetivo deste trabalho é demonstrar que com a aplicação de novos equipamentos, tecnologicamente mais avançados, é possível aumentar-se a produtividade das equipes mecânicas na prestação dos serviços de restauração de pavimentos flexíveis, obtendo-se ganhos na qualidade, nos custos diretos e ganhos ambientais. Os procedimentos e métodos utilizados na avaliação do desempenho das equipes mecânicas tiveram como parâmetro o padrão de cálculo do DNIT/IPR. Efetuou-se o cálculo de produção das equipes através de equações matemáticas aplicadas ao cálculo de produção e custos, atualizou-se dados e coeficientes de rendimento das máquinas e equipamentos aos atualmente utilizados e procedeu-se ao comparativo entre as equipes propostas e os resultados encontrados. Constatou-se um ganho em produtividade e eficiência, além de custos muito mais baixos. A análise dos dados permitiu a identificação exata da recicladora de pavimentos como o ponto forte das equipes mecânicas propostas, traçando-se assim um perfil ideal de equipe mecânica para serviços de restauração de pavimentos a ser oferecido aos órgãos contratantes e aos prestadores de serviços.

**Palavras-chave:** Pavimentação; Produção e custos; Equipes mecânicas.

## ABSTRACT

One of the main “bottlenecks” for the industrial production of the country still is the transport, being the road the upsets and problems generator the flow of the production for being the main modal used. The Brazilian System Network is in terrible condition of traffic, as a result, there is a very high cost of road transportation if compared to other countries, reflecting directly in the final cost of products made here, and decreasing the Brazilian competitiveness in the extern market. The Brazilian government, through the Transport Department, has been spending great efforts to restore the Federal Road Net. The available resources are always lower than the necessities. Therefore, is necessary that besides an efficient planning in the application of these resources, there be the necessary competence to reduce the costs of the highways restoration services. The purpose of this work is to show that with the application, of new and technologically more advanced equipment, it is possible to increase the productivity of the mechanical teams in the installment of restoration of flexible pavements, obtaining gains in quality, in direct costs and environmental earnings. The procedures and methods used to evaluate the performance of the mechanical teams had as a parameter the DNIT/IPR’s standard calculus. The calculus of the production teams was made through mathematical equations applied to production and costs calculation, data and coefficients of machines and equipment to nowadays used were updated and it proceeded itself to the comparative among proposed teams and results found. A gain in efficiency and productivity was verified, besides much more low costs. The analysis of the data allowed the exact identification of pavements recycler as the strong point of the mechanical teams proposed, drawing an ideal profile of mechanical team for pavements restoration services to be offered to the contracting organs and contractors.

**Key-words:** Paving; Production and costs; Mechanical teams.

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1	Detalhe técnico do tambor de corte da Recicladora CAT – RM 350B.....	34
Figura 2.2	Tambor de corte para solos da Recicladora CAT – RM 350B.....	35
Figura 3.1	Gráfico da estimativa de vida útil dos pneus de Motoniveladoras CAT...	57
Figura 3.2	Fatores básicos de reparo e Fatores de extensão da vida útil de Escavadeiras.....	61
Figura 4.1	Corpos de prova prontos para o ensaio de resistência à ruptura.....	80
Figura 4.2	Teste de resistência do material reciclado em prensa manual.....	81
Figura 4.3	Estado dos corpos-de-prova após o teste de resistência.....	81
Figura 4.4	Detalhe da concha da escavadeira com “capacidade coroadada”.....	84
Figura 4.5	Desenho ilustrativo para corte de material de 1ª categoria, com escavadeira hidráulica.....	85
Figura 4.6	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria.....	86
Figura 4.7	Gráfico Comparativo de produção para escavação e carga de material de 1ª categoria.....	87
Figura 4.8	Gráfico Comparativo de custo para o serviço de escavação e carga de material de 1ª categoria.....	88
Figura 4.9	Gráfico Comparativo de consumo de diesel para o serviço de escavação e carga de material de 1ª categoria necessários para 1 km de sub-base e base.....	89
Figura 4.10	Desenho esquemático da localização da jazida e do trecho experimental.....	90
Figura 4.11	Superfície da sub-base preparada para receber a base, com marcas visíveis das patas do rolo compactador.....	91
Figura 4.12	Gráfico Comparativo de produção para o serviço de sub-base estabilizada granulometricamente sem mistura de materiais.....	94
Figura 4.13	Gráfico Comparativo de custo para o serviço de sub-base estabilizada granulometricamente sem mistura de materiais.....	95
Figura 4.14	Gráfico comparativo de consumo de diesel para construção de 1 km de sub-base estabilizada granulometricamente sem mistura de materiais.....	96
Figura 4.15	Gráfico Comparativo de produção para serviço de base estabilizada granulometricamente sem mistura.....	97
Figura 4.16	Gráfico Comparativo de custo para serviço de base estabilizada granulometricamente sem mistura.....	97
Figura 4.17	Gráfico comparativo de consumo de diesel para construção de 1 km de base estabilizada granulometricamente sem mistura de materiais.....	98
Figura 4.18	Seção transversal tipo da AM-010.....	102

Figura 4.19	Seção transversal tipo com presença de buracos da AM-010.....	102
Figura 4.20	Fissuras em pavimento betuminoso, tipo fendas, AM-010.....	103
Figura 4.21	Fissuras em pavimento betuminoso, tipo couro de jacaré, AM-010.....	103
Figura 4.22	Material de base reciclado, AM-010.....	104
Figura 4.23	Serviço de reciclagem de base, a recicladora encontra-se em sua primeira passagem. Local: AM-010.....	105
Figura 4.24	Serviço de reciclagem de base, a recicladora encontra-se em sua segunda passagem. Local: AM-010.....	105
Figura 4.25	Gráfico comparativo entre os custos de restauração e reciclagem de pavimentos para os serviços na AM – 010.....	107
Figura 4.26	Gráfico comparativo de consumo de diesel entre os serviços de restauração e reciclagem de pavimentos para os serviços na AM – 010...	110

## ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 3.1	Modelo de planilha para o cálculo do custo horário, produtivo e improdutivo das máquinas.....	40
Quadro 3.2	Planilha de produção de equipes mecânicas – Base de solo estabilizado granulometricamente sem mistura de materiais.....	69
Quadro 3.3	Planilha de custo unitário de serviços – Base de solo estabilizado granulometricamente sem mistura de materiais.....	71
Quadro 3.4	Planilha de cargos e salários.....	72
Quadro 4.1	Resultados do ensaio granulométrico do material reciclado (solo+asfalto).....	80
Quadro 4.2	Comparativo de produção para escavação e carga de material de 1ª categoria.....	87
Quadro 4.3	Comparativo de custo para o serviço de escavação e carga de material de 1ª categoria.....	88
Quadro 4.4	Comparativo de consumo de diesel para o serviço de escavação e carga de material de 1ª categoria, necessários para 1 km de sub-base e base.....	89
Quadro 4.5	Comparativo de produção para serviços de sub-base estabilizada granulometricamente sem mistura.....	94
Quadro 4.6	Comparativo de custo para serviços de sub-base estabilizada granulometricamente sem mistura.....	94
Quadro 4.7	Comparativo de consumo de diesel para construção de 1 km de sub-base estabilizada granulometricamente sem mistura de materiais.....	95
Quadro 4.8	Comparativo de produção para serviços de base estabilizada granulometricamente sem mistura.....	96
Quadro 4.9	Comparativo de custo para serviços de base estabilizada granulometricamente sem mistura.....	97
Quadro 4.10	Comparativo de consumo de diesel para construção de 1 km de base estabilizada granulometricamente sem mistura de materiais.....	98
Quadro 4.11	Comparativo entre restauração e reciclagem de pavimento flexível tipo AAUQ. Local: AM-010.....	106
Quadro 4.12	Cronograma Físico comparativo entre os serviços de restauração e reciclagem de pavimento flexível tipo AAUQ. Local: AM-010.....	107
Quadro 4.13	Comparativo de Consumo de diesel entre os serviços de restauração e reciclagem de pavimento flexível tipo AAUQ. Local: AM-010.....	109
Quadro 4.14	Resumo do Comparativo de Consumo de diesel entre os serviços de restauração e reciclagem de pavimento flexível tipo AAUQ. Local: AM-010.....	110

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1	Especificações técnicas dos fabricantes de pneus para equipamentos CAT.....	29
Tabela 2.2	Especificações técnicas das Motoniveladoras CAT.....	30
Tabela 2.3	Consumo de combustível das Motoniveladoras CAT.....	31
Tabela 3.1	Consumo de combustível das Escavadeiras Hidráulicas CAT.....	52
Tabela 3.2	Consumo de lubrificantes das Escavadeiras Hidráulicas CAT.....	53
Tabela 3.3	Consumo de filtros para um intervalo de 2000 horas.....	55
Tabela 3.4	Fatores básicos e de correção para o cálculo do custo do material rodante CAT.....	59

## LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

CAP – Cimento Asfáltico de Petróleo

CAT – Caterpillar

DER – Departamento de Estradas de Rodagem

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte

EST/UEA – Escola Superior de Tecnologia da Universidade do Estado do Amazonas

EUA – Estados Unidos da América

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IPR – Instituto de Pesquisas Rodoviárias

IPVA – Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores

ISC (CBR) - Índice Suporte Califórnia

MT – Ministério dos Transportes

SICRO – Sistema de Custos Referenciais de Obras

SINDUSCON/AM - Sindicato da Indústria da Construção Civil do Amazonas

TB – Terminologia Brasileira

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>15</b>
1.1	Problema da pesquisa.....	17
1.2	Objetivos.....	19
1.2.1	Geral.....	19
1.2.2	Específicos.....	19
1.3	Contextualização e Justificativa.....	19
1.4	Organização do trabalho.....	22
<b>2</b>	<b>PRODUÇÃO E CUSTO DOS SERVIÇOS.....</b>	<b>24</b>
2.1	Custos Indiretos.....	24
2.2	Custos Diretos.....	26
2.3	Caracterização do solo.....	32
2.4	Os equipamentos utilizados.....	33
<b>3</b>	<b>MÉTODOS E PROCEDIMENTOS.....</b>	<b>36</b>
3.1	Cálculo do custo horário das máquinas e equipamentos.....	39
3.1.1	Custo de Propriedade.....	45
3.1.2	Custo de Operação.....	50
3.1.3	Custo Horário Total de Propriedade e Operação (produtivo e improdutivo).....	62
3.2	Produção de máquinas e equipamentos para pavimentação.....	64
3.2.1	Tempos de Ciclo.....	65
3.2.2	Produção do equipamento.....	65
3.2.3	Fator de eficiência ou rendimento da operação.....	66
3.2.4	Formula básica da produção de equipamentos.....	66
3.3	Custo Unitário dos Serviços.....	70
3.4	A execução dos serviços.....	73
3.4.1	Escavação e carga de material de jazida.....	74
3.4.2	Sub-base e base estabilizada granulometricamente sem mistura.....	75
3.4.3	Restauração de pavimentos asfálticos.....	76
3.4.4	Ensaio e caracterização da base reciclada.....	78
<b>4</b>	<b>APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....</b>	<b>80</b>
4.1	Os serviços técnicos preliminares.....	80
4.2	Escavação e carga de material de jazida.....	82

4.2.1	Análise do modelo existente.....	82
4.2.2	Composição das equipes mecânicas.....	83
4.2.3	Estudo e aplicação de métodos produtivos.....	83
4.2.4	Elaboração das planilhas de produção e custo.....	86
4.2.5	Comparativo entre o sistema proposto e o recomendado pelo DNIT.....	87
4.3	Sub-base e base estabilizada granulometricamente sem mistura.....	90
4.3.1	Análise do modelo existente.....	90
4.3.2	Composição das equipes mecânicas.....	92
4.3.3	Estudo e aplicação de métodos produtivos.....	92
4.3.4	Elaboração das planilhas de produção e custo.....	93
4.3.5	Comparativo entre o sistema proposto e o recomendado pelo DNIT.....	93
4.4	Restauração de pavimentos asfálticos.....	99
4.4.1	Análise do modelo existente.....	99
4.4.2	Composição das equipes mecânicas.....	100
4.4.3	Estudo e aplicação de métodos produtivos.....	101
4.4.4	Elaboração das planilhas de produção e custo.....	106
4.4.5	Comparativo entre o sistema proposto e o recomendado pelo DNIT.....	106
	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>112</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>116</b>
	<b>APÊNDICES.....</b>	<b>119</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>160</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Nos primórdios o homem só utilizava os meios físicos para transportar quaisquer objetos. “Quando montou um animal, o homem deu um passo adiante nessa evolução” (SENÇO, 2001, p. 03).

Posteriormente, com a descoberta da roda e a consequente invenção das carretas primitivas o transporte sofreu um avanço inquestionável para os padrões da época, essa situação perdurou por toda a pré-história e grande parte da história antiga.

Com o surgimento da máquina a vapor, no século XVIII, obteve-se outro grande salto no sistema de transporte, pois os modais terrestre e aquático passaram a ser impulsionados por esta grande invenção. Segundo Fraenkel (1980), todas as atividades econômicas do homem tais como o intercâmbio entre os povos e o comércio, necessitam essencialmente do transporte para sua efetivação.

A indústria pesada (fabricação de cavalos mecânicos, navios, vagões, etc.) e a construção de ferrovias, tiveram um grande desenvolvimento nesse período, provocando um maior intercâmbio de mercadoria entre povos e nações.

O surgimento da classe média, como efeito direto desses fatos, retirou o homem da condição de trabalhos pesados e ofereceu-lhe uma forma de vida mais humana, proporcionando-lhes a oportunidade de formação de capital e poupança que redundaram no grande desenvolvimento industrial, período este conhecido na história como Revolução Industrial, (FRAENKEL, 1980).

Com a expansão da rede ferroviária, na Europa, nos Estados Unidos e também em alguns países da Ásia, o comércio mundial apresentou um grande incremento em

consequência direta do custo de transportes terrestres, culminando numa queda vertiginosa, em função das grandes distâncias alcançadas por este modal.

Durante quase um século, o transporte ferroviário reinou absoluto como a mais importante forma de transporte terrestre, monopolizando todas as tarefas do setor. Ainda segundo Fraenkel (1980), com o surgimento do motor a combustão interna (ciclo Otto e Diesel), no final do século XIX, conseguiu-se um grande incremento no transporte terrestre, o desenvolvimento do modal rodoviário, por trazer uma grande vantagem em relação ao ferroviário, vez que não disponibilizava do serviço de entrega “porta a porta”.

No Brasil, embora sendo um país de dimensões continentais, os investimentos na rede ferroviária foram bem menores que os na rodoviária, talvez em função do nosso relevo de norte a sul e de leste a oeste desfavorecer o traçado de grandes trechos de ferrovias, além do custo de implantação, muito elevado se comparado com o rodoviário.

O predomínio do modal rodoviário, em nosso país, em conformidade com o pensamento de Fleury (2002), é em função: dos baixos preços praticados; da subutilização do potencial navegável dos rios brasileiros que, de 45 mil quilômetros, somente 28 mil são efetivamente utilizados; e, por fim, da pequena extensão da malha ferroviária e das condições precárias em que estas se encontram.

Embora o custo do transporte ferroviário seja inferior ao rodoviário, os investimentos iniciais compensaram a implantação de uma grande malha rodoviária no país. “No Estado de São Paulo, o transporte rodoviário de carga representa mais de 70% do total, enquanto a ferrovia transporta menos de 15%” (SENÇO, 2001, p. 04).

O Projeto da Transamazônica, de dimensões continentais, tinha como meta integrar o Brasil de leste a oeste, ou seja, da cidade de João Pessoa (PB) até a cidade de Benjamin Constant (AM), na fronteira com o Peru e Colômbia. A interligação da Transamazônica com

estradas peruanas possibilitaria atingir-se o Oceano Pacífico, unindo dessa forma o leste e oeste da América do Sul. Apenas um trecho dessa imensa rodovia não foi implantado, o compreendido entre as cidades de Lábrea e Benjamin Constant no Estado do Amazonas, segundo fontes do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT).

Após pesquisa realizada no DNIT, constatou-se que os recursos federais destinados para manutenção da malha viária federal no Estado do Amazonas são em quantidades inferiores às reais necessidades. Há mais de 20 anos, a rodovia BR-319 encontra-se, na maior parte de sua extensão, intransitável, deixando ao abandono um patrimônio nacional de valor insofismável.

Na rodovia BR-174, os diversos e sérios problemas de manutenção têm causado sérios transtornos aos seus usuários. As operações tapa-buracos têm se mostrado ineficientes para a recuperação do pavimento da citada rodovia, o mais correto seria, em muitos trechos, optar-se pelo serviço de restauração do pavimento. Torna-se claro, portanto, que existe uma necessidade premente de investimentos em obras de implantação, reforma e restauração de rodovias, para que haja um maior desenvolvimento e integração, e quanto menor o custo/quilômetro dessas obras, maior será a quantidade de serviços contratados.

Essa ótica da busca por redução de custos, sem o sacrifício da qualidade, trabalhando-se a eficácia e eficiência das máquinas e equipamentos utilizados na composição de equipes mecânicas, foi a principal motivação para o desenvolvimento deste trabalho, especificamente no que tange a obras de restauração de pavimentos flexíveis.

## **1.1 O Problema da Pesquisa**

Desde a elaboração dos primeiros Manuais de Composição de Custos Rodoviários, aprovado pelo Conselho Administrativo do extinto Departamento Nacional de Estradas de

Rodagem, em 20 de outubro de 1972, através da Resolução n.º. 1658/72, que as composições de equipes mecânicas, para os serviços de terraplenagem e pavimentação, sofreram pequenas alterações. Essas alterações, quando ocorreram, foram realizadas através das revisões dos citados manuais em função, principalmente, da utilização de novos equipamentos, os quais passaram a incorporar novas técnicas construtivas de trabalho mecanizado sem contemplar, no entanto, um re-estudo destes sobre a produção e produtividade.

Existem equipamentos que foram lançados no exterior, mais precisamente nos Estados Unidos da América (EUA) e Alemanha, há mais de três décadas, como é o caso das recicladoras de pavimento, que passaram a ser utilizados no Brasil, nos serviços de restauração de pavimentos e homogeneização de base e sub-base, a partir do início da década de 90, quando foram importadas as primeiras unidades desse tipo de equipamento para o Brasil.

“Os primeiros trabalhos de reciclagem profunda realizados no país ocorreram inicialmente com o emprego de fresadoras de asfalto e posteriormente com recicladoras sobre pneus, quando da chegada destas máquinas ainda no início dos anos 90”, (ARRIEIRO, 2007).

Pode-se citar, também, o caso das escavadeiras hidráulicas, antes utilizadas exclusivamente em obras de drenagem e saneamento, mas, nos últimos 15 anos, passaram a ser utilizadas explorando-se a criatividade de engenheiros e empresários do setor, também, em serviços de escavação de areia e de material de primeira categoria em jazidas, destinados aos serviços de pavimentação em substituição ao trator de esteiras com lâmina e escarificador, juntamente com a pá carregadeira de pneus, até hoje muito utilizados nos citados serviços.

O problema apresentado, nesta pesquisa, propõe-se a investigar se esses dois equipamentos, recicladora de pavimentos e a escavadeira hidráulica, quando inseridos corretamente em equipes mecânicas, tornam os serviços de pavimentação mais eficientes,

eficazes, econômicos e ambientalmente corretos, além de proporcionarem um serviço final mais resistente se comparado aos sistemas tradicionais de execução, obedecendo-se a todos os padrões e aos métodos de execução especificados nas normas de ensaio do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT).

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Geral**

O objetivo principal deste trabalho destina-se a estudar a incorporação de novos equipamentos no processo produtivo de recuperação de pavimentos asfálticos, contemplando uma produção mais eficiente, eficaz, com menores custos diretos e ganhos ambientais.

### **1.2.2 Específicos**

- Analisar criteriosamente os procedimentos usados nos processos dos serviços de restauração de pavimentação;
- Organizar e avaliar dados pesquisados que comporão planilhas de produção e custos dos serviços de restauração de pavimentação;
- Comparar os processos tradicionais com o processo atual proposto neste trabalho, objetivando analisar detalhadamente os resultados encontrados.

## **1.3 Contextualização e Justificativa**

Há uma necessidade premente de se reduzir custos nos serviços de pavimentação rodoviária, tanto nas obras de implantação como nas de restauração e conservação. A realidade brasileira em relação à qualidade de manutenção e às condições das rodovias é precária. Face ao exposto busca-se novas alternativas técnicas e economicamente viáveis para

os serviços de construção e restauração da malha rodoviária de forma a possibilitar um fluxo de escoamento de produtos e passageiros, através do citado modal, mais eficiente e eficaz.

Os motivos essenciais para o estrangulamento físico das rodovias brasileiras são as condições precárias destes pavimentos que, segundo Barat (2002), afetam diretamente a competitividade das exportações e o abastecimento interno, além de impedirem o alargamento do mercado nacional. Segundo Caixeta-Filho e Gameiro (2001), “A modalidade de transporte rodoviário vem sendo responsável por algo em torno de 60% do transporte de carga no Brasil, contra 20% do sistema ferroviário e outros quase 20% do sistema hidroviário”.

O autor acredita que o país ainda vai continuar convivendo com a predominância do modal rodoviário por muito tempo, em função, principalmente, das grandes somas de recursos para se implantar uma rede hidroferroviária que possa reverter estes percentuais amplamente favoráveis ao modal rodoviário.

A grande maioria dos produtos, principalmente os do setor primário, tais como: soja e milho têm um custo menor de produção, se comparado aos maiores países produtores, mas infelizmente, o custo mais elevado no transporte, da origem até os portos de exportação, anula, praticamente, todas as vantagens do custo de produção, diferencial este que acaba tornando nossos produtos menos competitivos no mercado externo.

O mercado de frete rodoviário no Brasil, e em particular o de cargas agrícolas, não sofre nenhum tipo de controle pelo governo, significando que os preços são formados com base na livre negociação entre a oferta e a procura pelo serviço de transporte. (CAIXETA-FILHO e GAMEIRO, 2001, p.17)

Segundo Barat (2002), em seu artigo, O Custo da deficiência: falhas na infraestrutura comprometem o crescimento do Brasil, “os países que atingiram o desenvolvimento de forma consistente e duradoura foram aqueles que souberam priorizar os investimentos em infra-estrutura”.

É urgente e fundamental que se unam esforços dos governos federal, estaduais e municipais, de forma a encontrar-se uma saída para o problema, pois os investimentos remontam em somas altíssimas para a sua solução e esses problemas não existem somente no Brasil, nos Estados Unidos também preocupam os governantes.

As reconstruções das estradas existentes também causam problemas sem iguais. O Sistema Interestadual inteiro tem envelhecido, e muito de suas vias exigem importantes esforços de reconstrução. Uma parte dos problemas refere-se à reconstrução das vias Interestaduais que recebem 90% de subsídio federal, enquanto que os serviços de manutenção rotineira, das mesmas vias, são de responsabilidade dos governos locais. (ROESS *et all*, 2004, p. 14),

As constantes altas nos derivados de petróleo têm refletido diretamente na produção de derivados de asfaltos e ligantes, principais materiais utilizados na fabricação de pavimentos flexíveis. Estes são os mais usados na pavimentação rodoviária no país e tornam cada vez mais caro o preço desses serviços.

Para conseguir-se redução nos custos das obras de restauração de pavimentos flexíveis e a implantação de novas rodovias, é necessário promover-se mudanças sistêmicas na composição das equipes mecânicas que produzem os serviços de sub-base e base, uma vez que o revestimento asfáltico tem o Cimento Asfáltico de Petróleo (CAP) como o gargalo na composição de seu custo unitário, causando, portanto, um aumento geral no orçamento das obras de pavimentação rodoviária.

O planejamento é um dos instrumentos utilizados pelo gestor público para distribuir, de acordo com as necessidades políticas, de forma mais racional possível, os recursos públicos. Na região amazônica, onde o atrativo para a privatização de rodovias é praticamente inexistente, os governos (federal, estadual e municipal) ainda são os grandes investidores das obras de infraestrutura de transportes. Os gestores públicos, nesse caso, deveriam tratar do

assunto em questão com a mesma ótica dos investidores privados, ou seja, os investimentos devem gerar lucros e benefícios para a sociedade. Azevedo (1985, p. 18), destaca que:

O dimensionamento dos recursos e a avaliação dos resultados (lucro) passados e a previsão dos recursos e dos resultados futuros desejados, passam a ser a rotina. Dentro desta perspectiva, faz-se necessário dimensionar o volume de recursos a aplicar visando à obtenção de retorno adequado.

Ao se inserir novos equipamentos e máquinas nas equipes mecânicas, mais modernos, eficientes e eficazes, busca-se, intencionalmente, a redução dos custos diretos dos serviços, delimitados no objetivo geral, reduzindo-se os prazos de execução e melhorando-se a qualidade final frente aos métodos tradicionalmente utilizados em grande escala ainda hoje.

A justificativa maior deste trabalho será a redução de custos e melhorias nos serviços de construção e restauração de pavimentos flexíveis rodoviários. Deve-se observar, também, que os serviços de Infraestrutura rodoviária demandam grandes volumes e quantidades, dessa forma, por menor que seja a redução nos custos unitários dos serviços já se alcançaria uma economia substancial nos investimentos públicos.

#### **1.4 Organização do trabalho**

A organização deste trabalho encontra-se distribuída da seguinte forma:

O Capítulo 1 foi apresentada uma introdução, o problema da pesquisa, os objetivos geral e específicos, uma contextualização e justificativa e a forma como este trabalho será estruturado.

O Capítulo 2 apresenta uma fundamentação teórica sobre custos e produção dos tipos de serviços referenciados no objetivo deste e a caracterização do tipo de solo para serviços de base e sub-base.

O Capítulo 3 apresenta os procedimentos e métodos utilizados na pesquisa. Os modelos para o cálculo do custo horário das máquinas, produção das equipes mecânicas e o custo unitário dos serviços, objeto deste trabalho.

O Capítulo 4 encontra-se inserida a apresentação e análise dos resultados obtidos diretamente dos estudos de tempo e cronometragem em campo para a definição das produções individuais de cada equipamento e em seguida a apresentação e resultado dos experimentos com as equipes formadas com a inserção dos novos equipamentos sugeridos, objetivando extrair-se todos os dados de produção, fundamentais na análise comparativa dos resultados obtidos com os apresentados nas planilhas do Sistema de Custos Referenciais de Obras - SICRO3 para os mesmos serviços.

Na sequência, apresentam-se as considerações finais sobre todos os trabalhos desenvolvidos e pesquisados e as recomendações para futuros trabalhos de pesquisas que poderão ser desenvolvidos nas áreas de infraestrutura de transportes.

## **2 PRODUÇÃO E CUSTO DOS SERVIÇOS**

Inicialmente, para que se possa fazer uma abordagem sobre o tema pesquisado, torna-se necessário contextualizar-se sobre custos diretos e indiretos e suas respectivas formações. Em obras de infraestrutura rodoviária, por serem altamente mecanizadas, principalmente os serviços de terraplenagem e pavimentação, a formação dos custos passa, necessariamente, pelos custos unitários produtivos e improdutivos de máquinas e equipamentos rodoviários, além da produção das equipes mecânicas por eles formadas para a produção dos mais variados serviços.

Embora não fazendo parte do objeto de pesquisa deste trabalho, far-se-á uma breve explanação sobre a formação dos custos indiretos dos serviços de terraplenagem e pavimentação.

### **2.1 Custos Indiretos**

A formação do preço final de um serviço ou produto é a junção dos custos, benefícios e despesas indiretas; por analogia, os benefícios e despesas indiretas são iguais à diferença entre o preço final e o custo. A definição, embora pareça simples, torna-se complexa em função de interpretações ambíguas entre construtores e órgãos contratantes sobre a formação do Benefício e Despesas Indiretas (BDI). Existem várias interpretações sobre a definição dos preços finais, mas destaca-se a que mais se adequa ao tema.

Custo é o gasto diretamente relacionado com a produção de uma quantidade específica de algum bem ou serviço. Despesas indiretas são as despesas que não se pode orçar em função das quantidades de serviços definidas no projeto. São despesas de caráter administrativo e empresarial. Benefícios são as provisões consideradas no preço não classificadas como custo nem como despesas indiretas (PINI *apud* SILVA, 2005, p. 6).

O cálculo do BDI é o resultado de operações matemáticas para indicar o percentual ou margem a ser acrescida sobre os custos diretos dos serviços para a mensuração do seu valor final, o qual será cobrado do cliente, incluindo todos os custos indiretos, tributos, e logicamente a sua remuneração pela realização de um empreendimento.

Existem diversas variáveis que compõem os custos indiretos, das quais se pode citar algumas das mais importantes:

- Valor do Contrato – a complexidade e o porte das obras incidem diretamente sobre o aporte financeiro para a infraestrutura de execução;
- Volume de faturamento da empresa – no cálculo do BDI é inserido o rateio da administração central que é função do montante das despesas da sede em relação ao volume de faturamento global;
- Tipo de obra – as mais importantes e utilizadas pelo poder público em licitações são as obras rodoviárias, de saneamento, de obras de arte, hidrelétricas, metrô e edificações, e os custos indiretos podem sofrer variações entre elas;
- Localização da obra – o transporte de pessoal do quadro permanente da empresa para o local da obra incide em custos com um peso significativo na composição dos custos indiretos. Dessa forma, a mensuração correta se faz necessária para que se tenha êxito na construção do empreendimento;
- Prazo de execução – os custos indiretos geralmente são proporcionais ao prazo de execução da obra, com destaque especial aos custos com pessoal.

O cálculo do BDI poderá sofrer alterações significativas em função das variáveis citadas anteriormente, porém, principalmente para os órgãos públicos que licitam obras de diferentes graus de complexidade e tamanho, torna-se quase impossível calculá-lo de forma individualizada, além é claro, de dependerem também do tipo e porte da empresa que construirá o empreendimento.

Em função dessas dificuldades, os órgãos públicos acabam adotando um valor único para o cálculo do BDI de todas as obras licitadas, fatos esses que podem alterar significativamente o valor real final do empreendimento.

Em alguns órgãos do Governo Federal já existem conceituações e posicionamentos bastante claros sobre a dificuldade de se estabelecer um BDI único, como exemplo pode-se citar o Ministério dos Transportes que em seu MANUAL DE CUSTOS RODOVIÁRIOS – Metodologia e Conceitos, DNIT (2003 a), estabelece que “Para muitos dos itens de custo que, nas obras rodoviárias, são correntemente classificados como indiretos, não tem, a rigor, esta característica conceitual”.

De fato, sob a ótica dos órgãos rodoviários, DNIT e dos Departamentos de Estradas de Rodagem (DER) e de algumas Secretarias de Estado que desempenham essa função, somente os custos relativos à sua própria administração seriam indiretos, todos os demais itens do custo de construção poderiam ser perfeitamente apropriados em um projeto de construção rodoviária.

## **2.2 Custos Diretos**

Para o cálculo dos custos diretos é necessário um conhecimento mais detalhado das propriedades e características mecânicas das máquinas e equipamentos que executam os mais variados serviços de terraplenagem e pavimentação, pois, dependendo do desempenho e de sua utilização adequada é que se poderá obter equipes mecânicas mais eficientes e eficazes na produção dos serviços e como consequência direta, menores custos diretos finais, para as obras de infraestrutura rodoviária. Os custos diretos passam por mais variáveis além das analisadas nas características das máquinas e equipamentos, definidos como:

São todos os custos diretamente envolvidos na produção da obra, que são os insumos constituídos por materiais, mão-de-obra e equipamentos auxiliares, mais toda a infraestrutura de apoio necessária para a sua execução no ambiente da obra (TISAKA, 2006, p. 37).

Para os serviços de infraestrutura rodoviária é essencial que se analise em separado os custos produtivos e improdutivos das máquinas e equipamentos, a produção individual ou em equipe, para se mensurar os custos unitários direto dos serviços.

De acordo com Senço (1997), foram extraídas informações sobre os tipos de serviços de pavimentação, as características dos materiais utilizados e as técnicas de dimensionamento. A contribuição do autor também se estende aos métodos, processos, equipamentos utilizados na construção de pavimentos rodoviários e os fundamentos sobre projetos de pavimentação.

Deste modo, a busca de informações sobre as definições dos serviços e o detalhamento construtivo dos pavimentos flexíveis foi de fundamental importância para o desenvolvimento deste trabalho.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) em sua Terminologia Brasileira (TB-7) classifica os pavimentos rodoviários em rígidos e flexíveis. Segundo Senço (1997, p. 23), a definição de pavimentos flexíveis, pode ser entendida como:

Aqueles em que as deformações, até certo limite, não levam ao rompimento. São dimensionados normalmente a compressão e a tração na flexão, provocada pelo aparecimento das bacias de deformação sob as rodas dos veículos, que levam a estrutura a deformações permanentes, e ao rompimento por fadiga.

Esta definição é essencial para a formação dos custos diretos, uma vez que todo o trabalho para a composição das equipes mecânicas foi fundamentado nas características do pavimento estudado.

A pavimentação, propriamente dita, resume-se aos serviços de sub-base, base e revestimento, mas alguns autores preconizam que a pavimentação inicia em sua fundação, que é a camada inferior de suporte e complementa os serviços de greide de terraplenagem, como pode-se observar na definição a seguir:

Uma seção transversal típica de um pavimento – com todas as camadas possíveis – consta de uma fundação, o subleito, e de camadas com espessuras e materiais determinados por um dos inúmeros métodos de dimensionamento (SENÇO, 1997, p. 15).

Fraenkel (1980) apresenta as técnicas utilizadas na construção e restauração de pavimentos flexíveis sobre a ótica e à luz dos condicionantes técnicos desenvolvidos durante a década de 70. Alguns desses procedimentos ainda são amplamente utilizados nos dias atuais e outros foram modificados, principalmente, em função da introdução no mercado de novos equipamentos, específicos para a construção rodoviária.

Ricardo e Catalani (1990) apresentam uma fonte riquíssima para serviços exclusivos de terraplenagem, com fundamentos teóricos para a pesquisa no tocante à escavação e carga de material, inclusive adotando-se uma das hipóteses propostas pelo autor. Na compactação de aterros os autores enriquecem de informações o pesquisador, sendo muito útil para o trabalho em questão. Outros itens apresentados pelos autores trouxeram uma contribuição no tocante à análise de custos de operação e manutenção dos equipamentos, análise de investimento em equipamentos e na produção de cada equipamento, com raras citações de composição de equipes mecânicas, ficando mais a cargo do leitor em desenvolver tais serviços.

Pode-se afirmar, portanto, que todas as obras de Engenharia Civil de grande ou pequeno porte exigem trabalhos prévios de movimentação de terras, (RICARDO e CATALANI, 1990, p.27).

Por ser uma literatura específica para obras de terra, os autores não fazem citações sobre pavimentação, portanto há esta lacuna, cuja ausência faz falta a quem consulta o referido compêndio, com o objetivo de obter informações e subsídios para tais serviços.

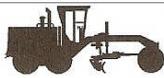
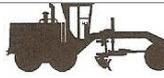
O Manual de Produção Caterpillar (2004) é rico em detalhes de produção e custos, mas somente para os equipamentos de sua fabricação. Para todos os estudos elaborados, o fabricante usou de métodos próprios e específicos para calcular os diversos índices de consumo de insumos de suas máquinas e equipamentos, inclusive, fazendo referência quanto a insumos de outros fabricantes, como no caso dos pneumáticos, filtros, retentores, etc., como se pode ver na tabela 2.1.

MOTONIVELADORAS — Lonas Radiais Michelin, Goodyear e Bridgestone														
Modelo	Tamanho do Pneu	Classificação da Resistência	Michelin Pressão				Goodyear Pressão				Bridgestone Pressão			
			Dianteira		Traseira		Dianteira		Traseira		Dianteira		Traseira	
			kPa	lb/pol <sup>2</sup>	kPa	lb/pol <sup>2</sup>	kPa	lb/pol <sup>2</sup>	kPa	lb/pol <sup>2</sup>	kPa	lb/pol <sup>2</sup>	kPa	lb/pol <sup>2</sup>
120H	13.00R24TG	★	310	45	310	45	310	45	310	45	310	45	310	45
	14.00R24TG	★	310	45	310	45	310	45	310	45	310	45	310	45
	15.5R25	★	310	45	310	45	310	45	310	45	310	45	310	45
135H	13.00R24TG	★	310	45	310	45	310	45	310	45	310	45	310	45
	14.00R24TG	★	310	45	310	45	310	45	310	45	310	45	310	45
	15.5R25	★	310	45	310	45	310	45	310	45	310	45	310	45
12H	13.00R24TG	★	310	45	310	45	310	45	310	45	310	45	310	45
	14.00R24TG	★	310	45	310	45	310	45	310	45	310	45	310	45
	15.5R25	★	310	45	310	45	310	45	310	45	310	45	310	45
140H	14.00R24TG	★	310	45	310	45	310	45	310	45	310	45	310	45
	17.5R25	★	310	45	310	45	310	45	310	45	310	45	310	45
160H	14.00R24TG	★	310	45	310	45	310	45	310	45	310	45	310	45
	17.5R25	★	310	45	310	45	310	45	310	45	310	45	310	45
143H	14.00R24TG	★	310	45	310	45	310	45	310	45	310	45	310	45
	17.5R25	★	310	45	310	45	310	45	310	45	310	45	310	45
163H	14.00R24TG	★	310	45	310	45	310	45	310	45	310	45	310	45
	17.5R25	★	310	45	310	45	310	45	310	45	310	45	310	45
14H	16.00R24TG	★	310	45	310	45	310	45	310	45	310	45	310	45
	20.5R25	★	310	45	310	45	310	45	310	45	310	45	310	45
16H	18.00R25	★	310	45	310	45	310	45	310	45	310	45	310	45
	23.5R25	★	310	45	310	45	310	45	310	45	310	45	310	45
24H	29.5R29	★	Consulte Michelin				—	—	—	—	310	45	310	45
	29.5R29	★★	Consulte Michelin				310	45	310	45	310	45	310	45

Tabela 2.1 – Especificações técnicas dos fabricantes de pneus para equipamentos – CAT.

Fonte: Manual de Produção Caterpillar, 2004.

São informados, ainda no manual, dados referentes a especificações técnicas, tabela 2.2, além da pesquisa de consumo, em função da utilização do equipamento, nos campos experimentais do fabricante, tabela 2.3.

						
<b>MODELO</b>	<b>120H</b>		<b>135H</b>		<b>12H</b>	
Potência no volante: Marchas 4-8 Marchas 1-3▲	104 kW 93 kW	140 hp 125 hp	116 kW 101 kW	155 hp 135 hp	104 kW 104 kW	140 hp 140 hp
Peso de operação equipado*	11.358 kg	25.040 lb	11.788 kg	25.990 lb	13.077 kg	28.830 lb
Modelo do motor	3116 DITA		3116 DITA		3306 DINA	
RPM nominal do motor	2000		2000		2000	
Nº de cilindros	6		6		6	
Cilindrada	6,6 L	403 pol <sup>3</sup>	6,6 L	403 pol <sup>3</sup>	10,45 L	638 pol <sup>3</sup>
Sobretorque máximo	33%		33%		30%	
Nº de marchas avante/à ré	8/6		8/6		8/6	
Velocidade máxima: avante à ré	42,6 km/h 33,7 km/h	26,5 mph 20,9 mph	41,9 km/h 33,1 km/h	26,0 mph 20,6 mph	41,7 km/h 32,9 km/h	25,9 mph 20,5 mph
Pneus padrão — dianteiro e traseiro	13.00-24 (10 PR) (G-2)		13.00-24 (10 PR) (G-2)		13.00-24 (10 PR) (G-2)	
Eixo diant./Direção:						
Ângulo de oscilação	32°		32°		32°	
Ângulo de inclinação da roda	18°		18°		18°	
Ângulo de direção	50°		50°		50°	
Ângulo de articulação	20°		20°		20°	
Raio mínimo de giro**	7,2 m	23'8"	7,2 m	23'8"	7,4 m	24'3"
Módulo da seção vertical do chassi dianteiro:						
Min.	1619 cm <sup>3</sup>	99 pol <sup>3</sup>	1619 cm <sup>3</sup>	99 pol <sup>3</sup>	2083 cm <sup>3</sup>	127 pol <sup>3</sup>
Máx.	3681 cm <sup>3</sup>	225 pol <sup>3</sup>	3681 cm <sup>3</sup>	225 pol <sup>3</sup>	4785 cm <sup>3</sup>	291 pol <sup>3</sup>
Nº de sapatas de suporte do círculo	4		4		6	
Sistema hidráulico:						
Tipo de bomba	Pistão Axial		Pistão Axial		Pistão Axial	
Fluxo máx. da bomba	148 L/min	39 gal/min	148 L/min	39 gal/min	148 L/min	39 gal/min
Capacidade	61 L	16 gal EUA	61 L	16 gal EUA	73 L	19 gal EUA
Pressão do implemento: Máx.	24.150 kPa	3500 lb/pol <sup>2</sup>	24.150 kPa	3500 lb/pol <sup>2</sup>	24.150 kPa	3500 lb/pol <sup>2</sup>
Min.	3100 kPa	450 lb/pol <sup>2</sup>	3100 kPa	450 lb/pol <sup>2</sup>	3100 kPa	450 lb/pol <sup>2</sup>
Sistema elétrico:						
Tamanho	24V		24V		24V	
Bateria padrão CCA a 0° F	750		750		750	
Alternador padrão	35 amp		35 amp		35 amp	
<b>DIMENSÕES GERAIS:</b>						
Altura (até topo da ROPS)	3,11 m	10'2"	3,11 m	10'2"	3,11 m	10'2"
Altura (parte superior desmontada)***	2,91 m	9'7"	2,91 m	9'7"	3,05 m	10'0"
Comprimento total	8,14 m	26'9"	8,14 m	26'9"	8,45 m	27'9"
Com Ríper e Chapa de Empuxo	9,64 m	31'8"	9,64 m	31'8"	10,01 m	32'10"
Distância entre eixos	5,87 m	19'3"	5,87 m	19'3"	6,09 m	20'0"
Base da lâmina	2,60 m	8'6"	2,60 m	8'6"	2,57 m	8'5"
Largura total (no topo dos pneus dianteiros)	2,44 m	8'0"	2,44 m	8'0"	2,44 m	8'0"
Lâmina padrão — comprimento	3,66 m	12'0"	3,66 m	12'0"	3,66 m	12'0"
Lâmina padrão — altura	610 mm	2'0"	610 mm	2'0"	610 mm	2'0"
Lâmina padrão — espessura	22 mm	0,87"	22 mm	0,87"	22 mm	0,87"
Elevação sobre o solo	457 mm	18"	457 mm	16"	452 mm	18,9"
Alcance lateral máximo:◀						
Chassi em linha reta	1,84 m	6'0"	1,84 m	6'0"	1,85 m	6'1"
Posição articulada	2,78 m	9'1"	2,78 m	9'1"	2,96 m	9'2"
Capacidade do tanque de combustível	284 L	75 gal EUA	284 L	75 gal EUA	284 L	75 gal EUA

\*Peso de operação — inclui o tanque de combustível cheio, lubrificantes, líquido arrefecedor e operador.  
\*\*Raio mínimo de giro — combinando o uso da direção articulada, direção dianteira e diferencial destravado.  
\*\*\*Altura (parte superior desmontada) — sem ROPS, cano de escape, ou outros acessórios facilmente removíveis.  
◀Aplicável para lâmina padrão com deslocamento lateral e tombamento hidráulicos. Alcance máximo disponível no lado direito.  
▲Sistema de Controle de Potência reduz automaticamente a potência nas marchas avantes 1F-3F e nas marchas à ré 1R e 2R.  
CCA=Regulação de amperagem de arranque a frio

Tabela 2.2 – Especificações técnicas das Motoniveladoras – CAT.

Fonte: Manual de Produção Caterpillar, 2004.

Para esses dados há a necessidade de se fazer adaptações quanto aos índices de consumo e produtividade que dependem das características climáticas, do relevo topográfico de cada região e da eficiência dos operadores.

Geralmente os dados do fabricante, para consumo de combustível, são obtidos em testes com operadores bem treinados pela fábrica e em condições de temperatura, altitude e de umidade, nem sempre compatíveis ou assemelhadas com as da região amazônica.

Todos os cuidados necessários foram tomados para que os resultados da pesquisa possam expressar um cenário mais fiel possível com a realidade levantada em campo, em relação à produção dos equipamentos e das equipes mecânicas.

Levando-se em conta esse enfoque, uma análise mais aprimorada torna-se necessária, levantando-se os dados de consumo com os equipamentos que se dispõem nas condições físicas, topográficas e ambientais da região pesquisada. Cabendo, portanto, mais uma vez ao pesquisador, a tarefa de obter todos esses dados para compor de forma competente as equipes mecânicas e de calcular criteriosamente suas respectivas produções e custos.

<b>MOTONIVELADORAS</b>						
Modelo	Baixo		Médio		Alto	
	Litros	gal EUA	Litros	gal EUA	Litros	gal EUA
120H*	9-13	2,4-3,4	13-17	3,4-4,5	17-21	4,5-5,5
135H*	10-14	2,6-3,7	14-18	3,7-4,8	18-22	4,8-5,9
12H	11-16	2,9-4,2	16-21	4,2-5,5	21-26	5,5-6,7
140H*	12-17	3,1-4,4	17-22	4,4-5,7	22-26	5,7-7,0
143H**	12-17	3,2-4,6	17-22	4,6-5,9	22-28	5,9-7,3
160H*	14-20	3,7-5,3	20-26	5,3-6,8	26-32	6,8-8,4
163H**	14-21	3,8-5,4	20-27	5,4-7,0	27-33	7,0-8,6
14H	15-22	4,0-5,8	22-28	5,8-7,5	28-35	7,5-9,2
16H	19-27	5,0-7,1	27-35	7,1-9,2	35-43	9,2-11,3
24H	32-46	8,6-12,2	46-60	12,2-15,8	60-74	15,8-19,4

\*Multiplicar consumo por 1,10 quando equipada com Potência Variável ou Gerência de Potência do Motor.  
\*\*Multiplicar consumo por 1,15 quando operar com Tração em Todas as Rodas.

**GUIA DE FATOR DE CARGA**  
Alto: Valetamento, espalhamento de aterro e de material de base, escarificação, manutenção rodoviária pesada, remoção de neve.  
Médio: Manutenção rodoviária média, trabalho de mistura em estrada, escarificação, remoção de neve.  
Baixo: Acabamento, manutenção leve, tráfego em estradas.

Tabela 2.3 – Consumo de combustível das Motoniveladoras – CAT.

Fonte: Manual de Produção Caterpillar, 2004.

Os Manuais de Custos Rodoviários do DNIT, foram de suma importância para a pesquisa, atualmente servem de modelo e parâmetro para a construção rodoviária no país, tanto no tocante às especificações técnicas e de serviços quanto nas composições de custo. O planejamento para os investimentos do Ministério dos Transportes (MT) é feito com base nos

serviços e custos especificados nos referidos Manuais, daí o critério com que foram inicialmente produzidos.

Não se questiona a metodologia com as quais foram elaborados, até porque servirão de base para os métodos utilizados na pesquisa por se constituírem a base e o fundamento dos custos rodoviários no país.

Os assuntos abordados seguem uma sequência de procedimentos muito lógica para a composição das equipes mecânicas dos serviços de pavimentação, necessitando de uma visão diferenciada quanto à escolha dos equipamentos para estas composições, uma vez que atualmente se dispõe de equipamentos mais modernos, que geram menos desperdícios no processo de execução dos serviços e de concepções diferentes dos que foram utilizados quando da elaboração do primeiro Manual de Composição de Custos Rodoviários do DNER/IPR, 1972.

No processo de melhoria contínua, a eliminação do desperdício é peça de fundamental importância. Se quiser sobreviver no mercado moderno, a empresa é obrigada a trabalhar continuamente para eliminar desperdício, entendendo-se por desperdício todo insumo consumido de forma não-eficiente e não-eficaz. (BORNIA, 2002, p. 27).

Observa-se, no entanto, que em alguns serviços analisados, embora haja troca de alguns equipamentos de concepção mais moderna, mantiveram-se os mesmos valores de produção dos serviços realizados com equipamentos mais obsoletos e antigos, usados há mais de 30 anos.

### **2.3 Caracterização do solo**

Para se ter a compreensão exata do que significa a palavra solo, existe a necessidade de se definir o seu uso na engenharia, além de ser “o mais antigo, mais usado, mais complexo

e mais desconhecido dos materiais de construção”, Senço (1997, p.42), ainda o define como sendo:

Solo é uma formação natural, de estrutura solta e removível e de espessura variável, resultante da transformação de uma rocha-mãe, pela influência de diversos processos físicos, físico-químicos e biológicos.

Para o cálculo da resistência da base reciclada é necessário que se faça a caracterização do solo. “A única maneira de identificar os solos e chegar ao conhecimento exato de seu comportamento é por meio de análise granulométrica e do conhecimento de suas constantes físicas”, (BATISTA, 1980, p. 2).

Outro fator importante é a classificação do solo para uso em pavimentação. “Os solos podem ser classificados em função das finalidades de seu uso, aliás, condicionamento mencionado na própria definição”, (SENÇO, 1997, p. 191).

“A resistência do solo ao cisalhamento depende de duas forças: coesão e atrito interno”, (BATISTA, 1980, p. 51). A necessidade de se analisar tecnicamente e mensurar a qualidade dos serviços que serão executados pelas equipes mecânicas, propostas neste trabalho, têm como principal finalidade verificar se oferecem vantagens quanto à resistência da base, fator este que seria muito importante na análise final dos resultados.

## **2.4 Os equipamentos utilizados**

A escavadeira hidráulica é um equipamento que foi concebido para serviços de drenagem e posteriormente passou a ter outras utilizações nos serviços de obras de infraestrutura de transportes, neste trabalho ela será utilizada nos serviços de produção de material em jazida, ou seja: escavação e carga.

A Recicladora terá duas funções básicas, sendo a primeira a de destorroar o material que vem da jazida e homogeneizá-lo de forma que se obtenha um produto com granulometria correta e em conformidade com os parâmetros técnicos de projeto e dos ensaios laboratoriais. Esta máquina substituirá na equipe padrão DNIT (2003b), o trator de pneus atrelado à grade de discos. A segunda será a de desagregar o revestimento asfáltico existente incorporando-o à base de solo, formando uma nova base composta de solo+asfalto.

Este equipamento se move sobre pneus e possui, entre eixos, um tambor equipado com bites e pulverizadores para o trabalho de corte e homogeneização do pavimento, conforme mostrado na figura 2.1, existe ainda um outro tipo de tambor específico para trabalho de destorroamento e homogeneização de solos, ou seja, construção de sub-base e base, figura 2.2. Para o trabalho de sub-base e base, será montado no referido equipamento o tambor específico para solo, pois com este equipamento o serviço é executado em uma velocidade maior sem, no entanto, haver prejuízo com a qualidade.

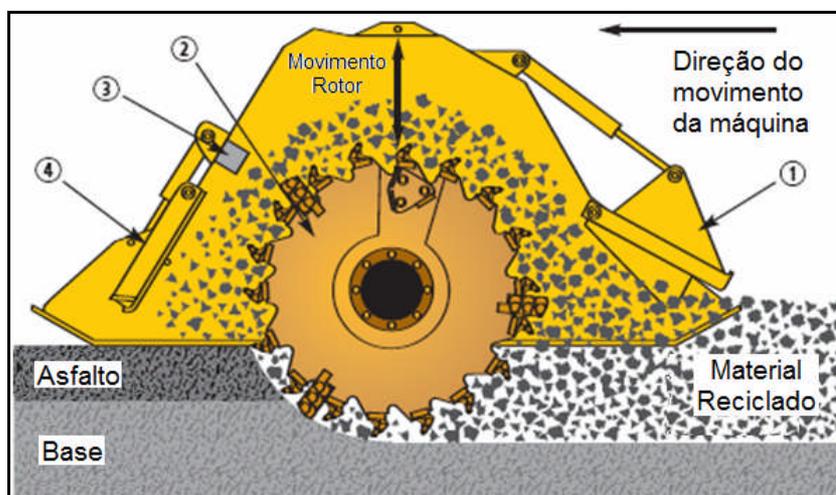


Figura 2.1: Detalhe técnico do tambor de corte da Recicladora CAT -RM 350B.

Fonte: Caterpillar

A Motoniveladora nos serviços de sub-base e base, com o uso da recicladora, terá a função de quebrar o material deixado pelo caminhão basculante e corrigir o greide após o serviço de compactação.

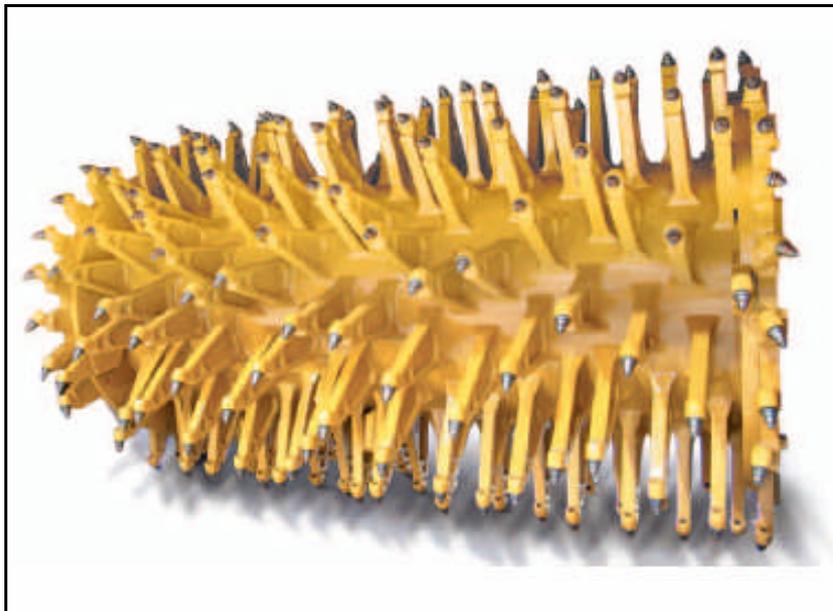


Figura 2.2: Tambor de corte para solos da Recicladora CAT - RM 350B.

Fonte: Caterpillar

No serviço de sub-base e base pelo processo tradicional, ou seja, com o uso do trator de pneus mais a grade de discos, a motoniveladora, além das funções descritas anteriormente, realizará, ainda, o trabalho de regularizar a superfície, após cada sequência de passagem da grade de discos.

Este equipamento é fabricado com um eixo dianteiro direcional e dois eixos de tração na traseira, entre eixos possui uma lâmina de corte que serve para trabalhos de regularização de superfícies e de corte em rampa, é equipado com motor de ciclo diesel e seu deslocamento é feito sobre pneus.

O Rolo Compactador de Patas e o Liso apresentam a mesma concepção de projeto. São fabricados com tambor de patas ou liso, vibratórios e direcionais na dianteira e no eixo traseiro são equipados com pneus, podem vir com tração nos dois eixos ou somente no eixo traseiro. O serviço produzido pelo compactador de patas tem por finalidade transferir a energia de compactação para camadas mais espessas do pavimento, enquanto o “liso” possui a

função de dar acabamento na superfície, por esta razão é que se preferiu excluí-lo da equipe mecânica para o serviço de sub-base, pelos motivos já citados anteriormente.

O Compactador Pneumático é um equipamento que possui dois eixos, o dianteiro direcional equipado com quatro pneus e o traseiro com três. Tem tração nos dois eixos ou somente no traseiro, é equipado com motor diesel e possui lastro de peso adicional que pode ser abastecido com água para aumentar o peso do equipamento, quando da realização dos serviços de compactação, uma vez que este equipamento opera somente com o peso próprio.

Nos serviços de base e sub-base com a utilização da recicladora este tipo de equipamento será utilizado logo após a passagem da recicladora para o adensamento do material homogeneizado, facilitando dessa forma o trabalho do rolo compactador de patas.

O Caminhão-pipa é um veículo pesado, projetado especificamente para o transporte de fluídos. Será utilizado no serviço atrelado à recicladora, a qual possui uma bomba hidráulica que faz a sucção da água do tanque do caminhão e, sobre pressão, pulveriza dentro da capa do tambor reciclador, arrefecendo os bites de corte deste e umedecendo o material para deixá-lo dentro da umidade ótima. Portanto, para a realização dos serviços, a bomba hidráulica será calibrada para despejar a quantidade exata de água de forma a deixar o material reciclado nos dos padrões de umidade projetados.

### 3 MÉTODOS E PROCEDIMENTOS

O trabalho foi desenvolvido através de pesquisa documental, consultando-se as Normas Técnicas, Métodos de Ensaio e Especificações para serviços rodoviários, desenvolvidos pelo IPR e pela ABNT, além das literaturas disponíveis sobre o assunto, e após este estágio passou-se para a pesquisa experimental em campo onde foram obtidos todos os dados essenciais para os resultados alcançados neste estudo.

Tendo como base o Manual de Produção da Caterpillar, elaborou-se uma planilha, quadro 3.1, para o cálculo do custo horário dos equipamentos que foram utilizados na execução dos serviços. Os custos foram subdivididos em três partes: Custo Horário de Propriedade (CHP), Custo Horário de Operação (CHO) e Custo Horário Total de Propriedade e Operação (CHTPO) do equipamento produtivo e improdutivo.

Para o cálculo da produção foram utilizadas fórmulas específicas para cada equipamento individualmente, tendo por base os procedimentos e métodos utilizados pelo DNIT, e em seguida, escolheu-se adequadamente os equipamentos que executaram os serviços, considerando as equipes mecânicas formadas, dentro do rigor produtivo que a técnica exige para se conseguir uma média ideal de eficiência produtiva para os serviços de terraplenagem e pavimentação, quais sejam:

- Escavação e carga de material de jazida;
- Sub-base e base estabilizada granulometricamente sem mistura;
- Restauração de pavimentos asfálticos.

A média foi calculada com base em uma jornada de 8 horas/dia de trabalho, levando-se em consideração a fadiga do operador e de toda a equipe de apoio, descartados os tempos

com paradas por defeitos mecânicos e as de manutenção e abastecimento dos equipamentos, ou seja, foram computadas somente as horas trabalhadas efetivas.

A utilização de equipamentos, dotados de conceitos e tecnologias mais apropriadas para restauração de pavimentos flexíveis (Recicladora de Pavimentos) e escavação de materiais de primeira categoria (Escavadeira Hidráulica), foram os focos principais do trabalho. Desta forma surgiu a necessidade de se desenvolver novas equipes com a inserção destes equipamentos, utilizando-se dos mesmos princípios e conceitos metodológicos de forma a se obter o máximo de rendimento dos citados equipamentos.

Na sequência foram feitas pesquisas de campo nas frentes de serviços de construtoras locais donde foram extraídos dados e subsídios técnicos que serviram de base para o ajuste das fórmulas. Desta forma, conseguiu-se uma tradução mais realista e exata de toda a produção das equipes mecânicas.

A partir dos dados obtidos de produção das equipes mecânicas e custo horário produtivo e improdutivo dos equipamentos, foi feito o cálculo do custo unitário dos serviços de pavimentação, especificados no objetivo geral, para servir de base para a análise conclusiva deste trabalho.

Utilizou-se os conhecimentos da Física para aferição dos cálculos sobre tempo de carga, descarga, manobras e total, e a velocidade média dos equipamentos, fundamentais para o cálculo da produção das máquinas e equipamentos utilizados nos experimentos em campo. Para a elaboração dos gráficos comparativos de produção, consumo e custos foram utilizados os conhecimentos da estatística quantitativa. Os conceitos sobre eficiência e eficácia foram fundamentais para a formação das equipes mecânicas, buscando-se desta forma, resultados mais vantajosos aos experimentos em campo.

A seguir, será feito um demonstrativo onde se pode visualizar todos os métodos e procedimentos utilizados em todas as etapas descritas anteriormente, incluindo a identificação dos itens contidos nas planilhas.

### **3.1 Cálculo do custo horário das máquinas e equipamentos**

Destaca-se a relevância do estudo econômico do desempenho dos equipamentos para construção rodoviária, fundamental como a base da formulação dos custos das obras e serviços, por conduzirem a menores custos finais para os investidores. Ricardo e Catalani (1990, p.351) observam que:

A maneira habitual de se computar o custo dos equipamentos é por hora de utilização, pois permite a apropriação do tempo em que a máquina é usada nas diversas obras, ou mesmo nos diversos serviços específicos dentro de uma só obra, facilitando a distribuição correta dos custos entre elas.

Para maior compreensão deste trabalho, apresenta-se no quadro 3.1, toda sistemática que envolveu o custo horário de máquinas e equipamentos, essenciais para a elaboração do custo unitário dos serviços de pavimentação e também para análise comparativa. Em conformidade com citação anterior, esta planilha foi subdividida em três partes, quais sejam:

- 1- Custo de Propriedade do equipamento;
- 2- Custo de Operação do equipamento;
- 3- Custo horário total de Propriedade e Operação do equipamento produtivo e improdutivo.

CUSTO DE PROPRIEDADE E OPERAÇÃO					ZONA A&O B	DATA: 17/2/2010
ÍTEM	MODELO DA MÁQUINA	TP	CÓD. MÁQ	PESO MÁQ.	VIDA ÚTIL:	C.T.
	Retro-Escavadeira CAT 416-E	1,05		7.000	9	Médio
1.0	PERÍODO ESTIMADO DE PROPRIEDADE (anos)		7,20	Elaborado por:		
2.0	UTILIZAÇÃO ESTIMADA (horas-ano)		1.200,00	Eng <sup>o</sup> Rubelmar de Azevedo Filho		
3.0	UTILIZAÇÃO DE PROPRIEDADE (tot. de horas)		8.640,00	CREA-AM/RR N <sup>o</sup> 1.285/D		
4.0	CUSTO HORÁRIO DE PROPRIEDADE					R\$ 41,43
4.1	Preço de entrega (incluindo acessórios)		R\$ 230.000,00			
4.2	Custo de reposição dos pneus		R\$ 4.500,00			
4.3	Preço de entrega menos pneus		R\$ 225.500,00			
4.4	Valor residual na reposição		R\$ 13.259,40	5,88%		
4.5	Valor a ser recuperado através do trabalho		R\$ 212.240,60			
4.6	Custo por hora				R\$ 24,56	
4.7	Custos de juros	1,00%		12,68%	R\$ 13,84	
4.8	Custo do seguro			2,02%	R\$ 2,20	
4.9	Custo do imposto de propriedade			0,75%	R\$ 0,82	
4.10	Valor residual em peso (ferro/aço)		R\$ 1,55	4,81%		
5.0	CUSTO HORÁRIO TOTAL DE OPERAÇÃO DA MÁQUINA					R\$ 46,80
	DISCRIMINAÇÃO		CONSUMO	PREÇO UNIT.	TOTAL	
5.1	Combustível:		7,35	R\$ 2,00	R\$ 14,70	R\$ 14,70
5.2	Lubrificantes:					R\$ 17,82
5.2.1	- Carter		0,017	R\$ 12,22	R\$ 0,21	
5.2.2	- Transmissão		0,010	R\$ 12,22	R\$ 0,12	
5.2.3	- Comandos finais		0,018	R\$ 0,00	R\$ 0,00	
5.2.4	- Sistema hidráulico		0,015	R\$ 17,43	R\$ 0,26	
5.2.5	- Graxa		0,306	R\$ 56,29	R\$ 17,22	
5.3	Filtros:					R\$ 1,26
5.3.1	- Motor		250	R\$ 41,93	R\$ 0,17	
5.3.2	- Transmissão		500	R\$ 66,54	R\$ 0,13	
5.3.3	- Hidráulico		500	R\$ 301,70	R\$ 0,60	
5.3.4	- Combustível-primário		2,000	R\$ 65,33	R\$ 0,03	
5.3.5	- Combustível-final		500	R\$ 72,52	R\$ 0,15	
5.3.6	- Ar-primário		2,000	R\$ 87,68	R\$ 0,04	
5.3.7	- Ar-secundário		1,000	R\$ 129,68	R\$ 0,13	
5.4	Pneus:					R\$ 4,50
5.4.1	- Dianteiros		1,000	R\$ 1.700,00	R\$ 1,70	
5.4.2	- Traseiros		1,000	R\$ 2.800,00	R\$ 2,80	
5.5	Material rodante:					R\$ 0,00
5.5.1	- Fator Básico do Material Rodante			R\$ 0,00		
5.5.2	- Fator de Impacto "I"		0,00		R\$ 0,00	
5.5.3	- Fator de Abrasão "A"		0,00		R\$ 0,00	
5.5.4	- Fator de Efeito Combinado "Z"		0,00		R\$ 0,00	
5.6	Reserva para reparos :					R\$ 6,89
5.6.1	- Fator básico de reparos			R\$ 6,89		
5.6.2	- Fator de extensão da vida útil		1,00		R\$ 6,89	
5.7	Ítens especiais de desgaste:					R\$ 1,64
5.7.1	- Bordas cortantes					
5.7.2	- Lâminas		800,00	R\$ 768,55	R\$ 0,96	
5.7.3	- Ponta de ripper			R\$ 0,00		
5.7.4	- Dentes de caçamba		500,00	R\$ 120,96	R\$ 0,24	
5.7.5	- Parafusos		500,00	R\$ 19,68	R\$ 0,04	
5.7.6	- Porcas		500,00	R\$ 39,39	R\$ 0,08	
5.7.7	- Retentores de garrafas		250,00	R\$ 78,78	R\$ 0,32	
6.0	CUSTO HORÁRIO TOTAL DE PROPRIEDADE E OPERAÇÃO DA MÁQUINA					R\$ 88,23
7.0	SALÁRIO HORÁRIO DO OPERADOR -		J.T. [h/mês]	220		R\$ 6,36
7.1	ENCARGOS SOCIAIS			145,00%		R\$ 9,23
8.0	CUSTO HORÁRIO TOTAL DE P & O DA MÁQUINA ( Produtivo )					R\$ 103,82
9.0	CUSTO HORÁRIO TOTAL DE P & O DA MÁQUINA ( Improdutivo )					R\$ 57,02
10.0	VALOR HORÁRIO TOTAL DE P & O ( Produtivo )		BDI	30,00%		R\$ 148,31
11.0	VALOR HORÁRIO TOTAL DE P & O ( Improdutivo )		BDI	30,00%		R\$ 81,46

Quadro 3.1 – Modelo de planilha para o cálculo do custo horário, produtivo e improdutivo das máquinas.

FONTE: O Autor, 2006.

No quadro 3.1, também encontra-se reservado um campo específico para o cálculo do valor horário de propriedade e operação, que é o Custo Direto (CD) acrescido do BDI, muito

utilizado por investidores que trabalham com aluguel de máquinas e equipamentos, assim como também por construtoras e órgãos públicos, na elaboração de seus custos orçamentários.

Em virtude de o trabalho encontrar-se restrito à análise dos custos diretos não se realizou nenhuma exposição do cálculo do BDI.

Primeiramente fez-se uma abordagem sobre todos os itens e siglas utilizadas na planilha do quadro 3.1, como segue:

- Modelo da máquina: se for de pneus, usa-se a sigla TP de trator de pneus e se for de esteiras usa-se TE de trator de esteiras;
- Quando se faz a opção pelo tipo de equipamento (TE ou TP), no campo abaixo surge, automaticamente, o valor correspondente a ser aplicado no cálculo da taxa do valor residual na reposição, item 4.4 da planilha em questão;
- Código da máquina: formado por três números (00.000.00) onde os dois primeiros identificam o fabricante do equipamento, os três seguintes o modelo e tipo da máquina e os dois restantes o ano de fabricação da máquina ou equipamento;
- Peso da máquina: expresso em quilogramas (kg) no campo imediatamente abaixo;
- Zonas de aplicação e operação (ZONA A/O): subdivididas em A (moderadas); B (médias) e C (severas);
- Vida útil: a sua variação está diretamente ligada às zonas de aplicação, o cálculo é automático em função da escolha (A, B ou C);
- Data: seleciona a data em que foi elaborada a planilha e encontra-se expressa no formato dia/mês/ano;
- Condições de Trabalho (CT): diretamente ligada aos índices de consumo da máquina ou equipamento e é escolhida em função das condições em que o

equipamento será utilizado, como exemplo pode-se citar que em desmatamentos na floresta amazônica, geralmente os equipamentos utilizados para esse fim, trabalham em condições extremas de utilização. No estudo em questão, foi escolhida a condição “Alto”, pois a variação de escolha é Baixo, Médio e Alto;

- Período estimado de propriedade – item 1.0: é o período em que o proprietário estima o tempo em que a máquina ficará operando. Os cálculos para esse item foram feitos com base num percentual de 80% da vida útil, estimada pelo fabricante;
- Utilização estimada – item 2.0: corresponde a uma estimativa de utilização anual do equipamento em horas trabalhadas. Neste trabalho, estimou-se um valor de 1.800 horas/ano;
- Utilização de propriedade – item 3.0: período total em horas que o equipamento poderá trabalhar para o seu proprietário e é igual ao produto do período estimado de propriedade pela utilização estimada;
- Custo Horário de Propriedade – item 4.0: é o somatório dos valores calculados dos itens 4.6 ao item 4.9;
- Preço de entrega incluindo acessórios – item 4.1: é o preço do equipamento incluindo-se todos os opcionais de que necessita para a execução dos serviços em que será utilizado;
- Custo de reposição dos pneus – item 4.2: corresponde ao custo total de reposição dos pneus que equipam a máquina;
- Preço de entrega menos pneus – item 4.3: como o próprio nome sugere, este item corresponde ao preço de entrega incluindo acessórios menos o custo de reposição dos pneus;

- Valor residual na reposição – item 4.4: valor percentual calculado em função do período de propriedade, vida útil e o tipo de máquina, se trator de pneus ou esteiras, e tem como limite mínimo o valor residual em peso, que corresponde ao valor de descarte do equipamento para o “ferro-velho”;
- Valor a ser recuperado através do trabalho – item 4.5: montante que corresponde ao valor financeiro que o equipamento terá que produzir em horas produtivas e improdutivas para cobrir a diferença entre o preço de entrega menos pneus e o valor residual na reposição;
- Custo por hora – item 4.6: valor a ser recuperado através do trabalho dividido pela utilização de propriedade. É o total em horas que o equipamento ficará à disposição do proprietário;
- Custo de juros – item 4.7: custo financeiro correspondente ao valor investido na compra do equipamento e seu rendimento no mercado de capitais;
- Custo de seguro – item 4.8: valor de ressarcimento do proprietário com custas para segurar o equipamento contra acidentes e sinistros;
- Custo do imposto de propriedade – item 4.9: este custo somente aparece nos equipamentos de transporte, ou seja, nos caminhões, ônibus e veículos leves que fazem parte do patrimônio da empresa ou do proprietário, pois é o valor dos impostos incidentes sobre este tipo de equipamento, tais como: Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores (IPVA) e o seguro obrigatório;
- Valor residual em peso (ferro/aço) – item 4.10: este valor somente fará parte dos cálculos quando o valor residual na reposição for menor que o percentual referente ao descarte do equipamento no “ferro-velho”.

- Custo Horário Total de Operação da Máquina – item 5.0: valor correspondente ao somatório de todos os itens referentes aos materiais de consumo, aos materiais de desgaste e à reserva financeira para reparos;
- Custo Horário Total de Propriedade e Operação da Máquina – item 6.0: corresponde ao somatório dos valores dos custos de Propriedade e o de Operação da máquina;
- Salário Horário do operador – item 7.0: é o valor que o operador recebe ao ser admitido para trabalhar ou ficar à disposição para operar a máquina ou equipamento;
- Encargos Sociais – item 7.1: total percentual de tributos, taxas e emolumentos que incidem direta ou indiretamente sobre a mão de obra do operador;
- Custo Horário Total de Propriedade e Operação da Máquina (Produtivo) – item 8.0: é o somatório do Custo Horário Total de Propriedade e Operação da Máquina, Salário Horário do Operador e os Encargos Sociais;
- Custo Horário Total de Propriedade e Operação da Máquina (Improdutivo) – item 9.0: é o somatório do Custo Horário de Propriedade, Salário Horário do Operador e os Encargos Sociais;
- Valor Horário Total de Propriedade e Operação da Máquina (Produtivo) – item 10.0: valor do Custo Horário Total de Propriedade e Operação da Máquina (Produtivo) mais o valor percentual do BDI;
- Valor Horário Total de Propriedade e Operação da Máquina (Produtivo) – item 11.0: é o valor do Custo Horário Total de Propriedade e Operação da Máquina (Improdutivo) mais o valor percentual do BDI.

### 3.1.1 Custo de Propriedade

São custos originados pelo simples ato de se adquirir máquinas ou equipamentos, mesmo que não sejam utilizados. Ricardo e Catalani (1990, p.352) definem que,

Esses custos são também chamados de fixos porque são mais ou menos invariáveis, independentemente da atividade do equipamento. Eles são provenientes de um fato que não depende da vontade do proprietário da máquina, isto é, a perda do seu valor com o decorrer do tempo.

Para o caso específico de equipamentos para terraplenagem e pavimentação subdividiu-se o custo de propriedade em:

- 1- Custo hora;
- 2- Custo de juros;
- 3- Custo de seguro, e;
- 4- Custo de imposto de propriedade.

#### 3.1.1.1 Custo hora.

Para o custo hora, calcula-se primeiramente o valor do equipamento que será recuperado através do trabalho, ou seja, é o preço de entrega menos o custo de reposição dos pneus (para as máquinas que utilizam pneus) e o valor residual na reposição, ou seja, é o capital que o investidor obterá, no descarte destes.

O Valor Residual é decorrente da depreciação, consiste na desvalorização de um bem resultante do desgaste pelo uso, obsolescência ou ação da natureza.

Existem duas formas de se calcular a depreciação, Real-econômico ou Contábil-fiscal. O cálculo de depreciação dos equipamentos que se utilizou nos serviços deste trabalho, foi feito pela depreciação Real, uma vez que a Contábil é legalmente utilizada para o cálculo

de impostos sobre a propriedade de ativos e para a gestão contábil. Para o caso de equipamentos para construção rodoviária, o fisco entende que haja um desgaste maior desses equipamentos destinados à realização de tais serviços, admitindo, nesses casos, a depreciação acelerada em quatro anos, ou seja, a 25% ao ano.

Hirschfeld (1989, p. 314) define que:

Depreciação Real é a diminuição efetiva do valor de um bem resultante do desgaste pelo uso, ação da natureza ou obsolescência normal. Como por exemplo, poderíamos citar a diminuição efetiva do valor de uma ferramenta motivada pelo desgaste físico, a diminuição do valor de um televisor motivada pelo uso, ou a diminuição efetiva do valor de um aparelho fotográfico motivada pela obsolescência.

No cálculo do valor residual, estima-se que ele nunca atingirá um valor nulo, diferentemente do que é determinado pela Caterpillar (CAT), em seu manual. Embora existam diversas formas e métodos para o cálculo da depreciação de um bem, far-se-á uma junção do método utilizado pela CAT, adicionando-se a este, um valor residual diferente de zero. Ao final da vida útil de uma máquina ou equipamento ainda existirá um valor a ser computado, o valor obtido com a venda deste ao “ferro-velho”, levando-se em conta o conceito de que **“lixo também é riqueza”**. Neste trabalho não se desprezou esse valor, considerou-se que é um recurso importante para o cálculo, uma vez que as máquinas e equipamentos para pavimentação, geralmente, possuem um peso elevado de aço/ferro.

Caterpillar (2004) apresenta uma fórmula específica para o cálculo do fator residual, adotada neste trabalho, por obter-se resultados compatíveis com os valores de mercado, a qual se exhibe a seguir:

$$FR = \frac{1 - (V_U \times N) - (N^2 - N)/2}{(V_U^2 + V_U)/2} \quad (1)$$

FR = Fator Residual (%);

N = Período estimado de propriedade (anos);

$V_U$  = Vida útil (anos).

Esta fórmula determina o fator (em percentual) de desvalorização da máquina ou equipamento em função da vida útil e do período estimado de propriedade em anos. Ao se igualar o período estimado de propriedade à vida útil, o fator residual se iguala à zero, como mencionou-se anteriormente, mesmo utilizando-se um equipamento ou máquina até sua exaustão total, ainda assim existirá um residual financeiro correspondente ao valor deste no mercado de “ferro-velho”. Para este caso específico, o autor desenvolveu a seguinte fórmula:

$$R_{FV} = \frac{V_{AF} \times P_{eqp}}{P_{EP}} \quad (2)$$

Donde:

$R_{FV}$  = Residual de Ferro-Velho (%);

$V_{AF}$  = Valor do aço/ferro no mercado (R\$/kg);

$P_{eqp}$  = Peso do equipamento (kg);

$P_{EP}$  = Preço de entrega menos pneus (R\$).

Assim sendo, o Residual de “ferro velho” passa a ser um parâmetro de limite mínimo, ou seja, um valor residual diferente de zero que terá uma máquina ou equipamento quando for descartado pelo investidor.

### 3.1.1.2 Custo de juros

Também conhecido como Custo de Oportunidade do Capital, refere-se ao capital imobilizado na compra de máquinas e equipamentos pelo proprietário, utilizando-se de capital

próprio ou captado de terceiros (investidores). Diferentemente do que sugere o DNIT (2003a), este custo não deve ser adicionado aos custos do Lucro e Despesas Indiretas – LDI (BDI). Entende-se que desta forma, tornar-se-ia mais um complicador para a formação do preço do referido custo indireto.

Por não ter uma concepção definida de forma clara e concisa, fonte de inesgotáveis discussões entre contratantes e contratados, alguns órgãos públicos, no país inteiro, preferem, inclusive, prefixar o valor percentual máximo do LDI através de decretos, como é o caso da Prefeitura Municipal de Manaus – PMM e do Governo do Estado do Amazonas. Os orçamentistas de empresas privadas ficam, dessa forma, sem condições para inserirem mais um custo indireto dentro do LDI. Em função do exposto, preferiu-se inserir o custo de juros no cálculo do CHP.

Adotou-se, portanto, o método utilizado pela CAT, que expressa seus resultados em função dos juros de mercado, período estimado de propriedade e o valor do capital utilizado na compra do bem, o qual poderia render juros, de forma segura, em aplicações do tipo Caderneta de Poupança, ao invés de sua utilização em investimentos para a prestação de serviços e de obras de engenharia para órgãos públicos, principais contratantes de obras de infraestrutura rodoviária.

O cálculo do custo de juros foi feito através das fórmulas clássicas da matemática financeira associadas aos conhecimentos de Análise de Investimento em Equipamentos – AIE. Assim sendo, o resultado deste custo foi expresso por hora e não por dia, mês ou ano como normalmente é calculado por financistas, utilizou-se a seguinte fórmula:

$$C_j = \frac{((N + 1)/2N) \times Q \times j}{U} \quad (3)$$

Donde:

C<sub>j</sub> = Custo de juro;

N = Período estimado de propriedade (anos);

Q = Preço de entrega (R\$);

U = Utilização estimada (horas/ano);

j = Taxa de juros.

### 3.1.1.3 Custo de seguro

Para este subitem foi utilizado o mesmo critério para o cálculo do subitem 3.1.1.2, cuja alteração foi apenas em relação à taxa de juros, substituída, neste caso, pela taxa de seguro do equipamento.

$$C_s = \frac{((N + 1)/2N) \times Q \times s}{U} \quad (4)$$

Donde:

C<sub>s</sub> = Custo de seguro;

N = Período estimado de propriedade (anos);

Q = Preço de entrega (R\$);

U = Utilização estimada (horas/ano);

s = Taxa de seguro do equipamento.

### 3.1.1.4 Custo de imposto de propriedade

De forma assemelhada, também foi utilizado o mesmo critério para o cálculo do subitem 3.1.1.2, sofrendo alteração apenas em relação à taxa de juros, que será substituída

pelos impostos incidentes sobre a propriedade de máquinas e equipamentos estipulados pelo governo federal, os quais fazem parte do ritual contábil das empresas. Portanto, o custo de imposto de propriedade se obteve utilizando-se a seguinte fórmula:

$$C_{IP} = \frac{((N+1)/2N) \times Q \times ip}{U} \quad (5)$$

Donde:

$C_{IP}$  = Custo de imposto de propriedade;

$N$  = Período estimado de propriedade (anos);

$Q$  = Preço de entrega (R\$);

$U$  = Utilização estimada (horas/ano);

$ip$  = Taxa de imposto de propriedade.

### 3.1.2 Custo de Operação

Para o cálculo dos subitens de 1 a 7, deve-se fazer ressalvas quanto às condições de uso e de trabalho dos equipamentos, fator fundamental para o perfeito levantamento dos custos de operação.

A condição de uso refere-se ao tipo de clima, altitude, tipo de solo e superfície de operação a que são submetidos os equipamentos na construção rodoviária e as condições de trabalho estão relacionadas diretamente à sua jornada. Essas variáveis podem elevar ou diminuir os custos de operação, um item de peso no cálculo do custo produtivo dos equipamentos.

Segundo o DNIT (2003a), os fabricantes sugerem vincular sua vida útil às condições em que operam, refere-se aos equipamentos, tal a importância dessas condições para a

formação do preço. Geralmente os fabricantes sugerem três níveis de condições de operação: leve, média e pesada, conforme mostrados na figura 3.1. Portanto, no cálculo desses subitens, foi levado em consideração o peso dessas condições.

O custo de operação se subdivide em:

- 1- Custo de combustível;
- 2- Custo de lubrificantes;
- 3- Custo de filtros;
- 4- Custo de pneus;
- 5- Custo de material rodante;
- 6- Custo de reserva para reparos, e;
- 7- Custo de itens especiais de desgaste.

#### 3.1.2.1 Custo de combustível

Este custo refere-se ao consumo horário que os equipamentos possuem para realizarem tarefas, em função das condições de serviços. Quando não se dispões de um banco de dados sobre tais consumos, recorre-se ao que estimam os fabricantes em suas tabelas, que são a média de dados extraídos de inúmeros testes a que são submetidos os equipamentos.

Para o caso particular da pesquisa, adotar-se-á os dados tabelados pelo fabricante Caterpillar. Na tabela 3.1, encontram-se os dados referentes aos consumos de combustível das escavadeiras hidráulicas, de forma análoga se procederá com todos os equipamentos que serão utilizados na pesquisa.

ESCAVADEIRAS						
Modelo	Baixo		Médio		Alto	
	Litros	gal EUA	Litros	gal EUA	Litros	gal EUA
301.5	*	*	*	*	*	*
302.5	*	*	*	*	*	*
307B/307B SB	3-5	¾-1¼	5-8	1¼-2	7-10	1¾-2½
311B	4-6	1-1½	6-9	1½-2¼	9-12	2¼-3½
312B/312B L	4-6	1-1½	6-9	1½-2½	10-13	2¼-3½
313B CR	*	*	*	*	*	*
315B	5-9	1¼-2¼	9-13	2¼-3½	13-15	3½-4
317B L	6-10	1½-2½	10-13	2½-3½	14-17	3¾-4½
318B L	8-12	2-3½	12-14	3½-3¾	15-19	4-5
M312	5-9	1¼-2¼	9-12	2¼-3½	12-15	3½-4
M315	6-10	1¾-2½	10-13	2½-3½	13-16	3½-4½
M318	8-12	2-3½	12-16	3½-4	17-19	4½-5
M320	9-13	2-3½	13-17	3½-4½	17-20	4½-5½
320C	9-13	2½-3½	13-15	3½-4	15-19	4-5
322B	11-15	3-4	16-18	4¼-4¾	18-23	4¾-6¼
325B	13-16	3½-4¼	18-21	4¾-5½	25-27	6¾-7¼
330B	18-24	4¾-6½	24-30	6½-8	34-38	9-10
345B	25-30	5½-8	35-40	9¼-10½	45-50	11¾-13¼
365B	34-38	9-10	45-51	12-13½	61-67	16-17¾
375	40-44	10½-11¼	53-59	14-15¾	71-77	18¾-20½
5110B	69-74	18-19	84-89	22-24	103-108	27-28
5130B	91-95	24-25	110-114	29-30	129-132	34-35
5230	163-193	43-51	193-204	51-54	208-227	55-60

\*Dados insuficientes.

Tabela 3.1 – Consumo de combustível das Escavadeiras Hidráulicas CAT.

Fonte: Manual de Produção Caterpillar, 2004.

De posse do valor médio de consumo, multiplica-se este pelo valor do litro de combustível utilizado, no caso o diesel, para saber-se o valor do custo expresso pela seguinte fórmula:

$$V_{\text{Comb}} = Q \times C_{\text{Unit}} \quad (6)$$

Donde:

$V_{\text{Comb}}$  = Valor do litro de combustível (R\$);

$Q$  = Quantidade de combustível consumido por hora (l);

$C_{\text{Unit}}$  = Valor do custo unitário do combustível (R\$).

### 3.1.2.2 Custo de lubrificantes

Como os equipamentos utilizados para serviços de pavimentação, geralmente possuem vários tipos de lubrificantes. O trem de força é composto de motor, transmissão, caixa de velocidade e comando final, possuindo quantidades e tipos diferentes de lubrificantes. O comando hidráulico serve para controlar manobras e produzirem serviços, utilizando lubrificante específico. As graxas que lubrificam as partes e peças das máquinas que geralmente tabalham em condições muito severas de atrito.

CONSUMO HORÁRIO APROXIMADO DE LUBRIFICANTES (Nas operações em poeira espessa, lama profunda ou água, aumentar as quantidades em 25%.)										
Modelo	Cárter		Transmissão		Comandos Finais		Sistema Hidráulico		Trocas de Lubrificante*	Graxas**
	Litros	gal EUA	Litros	gal EUA	Litros	gal EUA	Litros	gal EUA		
<b>Tratores de Esteira</b>										
D3C/D4C Série III	0,045	0,012	0,011	0,003	0,009	0,002	0,015	0,004	16	320
D5C Série III	0,045	0,012	0,011	0,003	0,012	0,003	0,015	0,004	16	320
D4E	0,076	0,020	0,039	0,010	0,018	0,005	0,011	0,003	11	864
D5M	0,076	0,020	0,120	0,032	0,006	0,002	0,018	0,005	12	336
D5B	0,108	0,029	0,076	0,020	0,022	0,006	0,024	0,006	9	916
D6M	0,104	0,027	0,120	0,032	0,007	0,002	0,015	0,004	11	152
D6G	0,108	0,029	0,095	0,025	0,038	0,010	0,025	0,006	12	132
D6R	0,110	0,029	0,148	0,039	0,014	0,004	0,040	0,011	13	32
D7G	0,110	0,029	0,070	0,019	0,034	0,009	0,046	0,012	14	560
D7R	0,110	0,029	0,178	0,047	0,013	0,003	0,030	0,007	10	20
D8R	0,130	0,034	0,144	0,038	0,014	0,004	0,036	0,010	13,7	580
D9R	0,182	0,048	0,164	0,043	0,015	0,004	0,039	0,010	13,3	580
D10R	0,272	0,072	0,189	0,050	0,023	0,006	0,054	0,014	13,3	628
D11R	0,424	0,112	0,344	0,091	0,030	0,008	0,106	0,028	13,3	816

Tabela 3.2 – Consumo de lubrificantes das Escavadeiras Hidráulicas CAT.

Fonte: Manual de Produção Caterpillar, 2004.

Para o caso das graxas, os fabricantes geralmente exibem valores de consumo para cada 2000 horas de utilização do equipamento, como exposto na tabela 3.2, o trator de esteiras D6-M consome 152 kg de graxa a cada 2000 horas de funcionamento, portanto, é necessário sempre dividir-se o valor obtido nas tabelas dos fabricantes por 2000. Para obter o custo total de lubrificantes, torna-se necessário fazer o produto, em separado, de cada lubrificante pelo seu consumo específico e por fim o somatório total de todos esses itens para a obtenção do valor do custo de lubrificante, expresso pela seguinte fórmula:

$$V_{\text{Lub}} = \sum_{i=1}^n Q_i \times C_i \quad (7)$$

Donde:

$V_{\text{Lub}}$  = valor do litro de lubrificantes por hora (R\$);

$Q_i$  = Quantidade de consumo de cada lubrificante usado no equipamento (l);

$C_i$  = Valor do custo unitário de cada lubrificante utilizado no equipamento (R\$).

### 3.1.2.3 Custo de filtros

Para cada tipo de fluido (lubrificante, combustível e ar) utilizado nos equipamentos, geralmente, existe um ou mais tipos de filtros, os quais possuem a função única de retirar as impurezas de desgastes das peças por atrito ou as oriundas das condições de trabalho, no caso dos filtros de ar. Para que não haja desgaste prematuro de partes do equipamento e também para o perfeito funcionamento geral, torna-se necessário trocá-los dentro de previsões estimadas pelo fabricante ou por intervalos estipulados pelo proprietário, em caso de dúvida, ou mesmo na inexistência dos dados, dever-se-á consultar um técnico específico da área.

Na pesquisa, recorreu-se mais uma vez ao manual do fabricante, uma vez que os proprietários de equipamentos, na região amazônica, consultam também o fabricante. O intervalo de troca de cada filtro é estimado em função das condições de utilização dos equipamentos e a quantidade de filtros geralmente é expressa para o intervalo de troca de 2000 horas, como é o caso da CAT. Ricardo e Catalani (1990, p.370) citam que:

O custo da troca dos elementos dos filtros dependerá do número de unidades existentes na máquina, para a filtragem dos óleos combustível, lubrificantes e fluido hidráulico e, também, do período de troca recomendado.

Para a obtenção dos custos de filtros se utilizou os procedimentos da tabela 3.3, vale-se ressaltar, no entanto, que os dados da referida tabela são estimativas para as condições médias de utilização dos equipamentos.

Filtros	Intervalo de troca	Custo por unidade	N.º de filtros / 2.000 h	Total
Motor	250 h	-	8	-
Transmissões	500 h	-	4	-
Sistema hidráulico	500 h	-	4	-
Combustível final	500 h	-	4	-
Combustível primário	2.000 h	-	1	-
Ar-primário	2.000 h	-	1	-
Ar-secundário	1.000 h	-	2	-
				∑ Custo

Tabela 3.3 – Consumo de filtros para um intervalo de 2000 horas.

Fonte: Manual Prático de Escavação - Ricardo e Catalani (1990, p.370).

Dessa forma, conseguir-se-á os resultados de custos de filtros multiplicando-se as quantidades de filtros pelo seu valor unitário e em seguida far-se-á o somatório dos valores obtidos e se dividirá por 2000 horas, pois todos os dados da tabela foram obtidos para um intervalo de troca de 2000 horas. A fórmula utilizada foi:

$$V_{Fil} = \frac{\sum_{i=1}^n Q_{if} \times C_{if}}{2000} \quad (8)$$

Donde:

$V_{Fil}$  = Valor total do custo dos filtros por hora (R\$);

$Q_{if}$  = Quantidades de filtros necessárias para um intervalo de 2000 horas;

$C_{if}$  = Custo unitário de filtros (R\$).

#### 3.1.2.4 Custo de pneus

Ao se fazer todas as considerações para o cálculo do custo de propriedade, observados no quadro 3.1, se subtrairá o custo dos pneus do valor do equipamento, subitem 4.3 do referido quadro, de forma que não haja reincidência no cálculo dos custos de pneus, pois estes seriam considerados como insumo para o cálculo do custo de operação.

Assim sendo, foram utilizados os diversos gráficos para consumo de pneus contidos no manual da CAT, cujo exemplo mostra-se na figura 3.1, pois os equipamentos analisados durante a pesquisa são da marca deste fabricante. Para o cálculo do custo de pneus de caminhões foram utilizados os índices de consumo fornecidos por um dos revendedores da Firestone e Good Year em Manaus, Japurá Pneus Ltda.

Como se pode observar no gráfico da figura 3.1, o fabricante estabelece o consumo do pneu em função da zona de aplicação do equipamento. Essas zonas foram divididas em A, B e C que são respectivamente, baixo, médio e alto consumo, ou seja:

A – Quase todos os pneus se desgastam normalmente somente por abrasão;

B – Os pneus se desgastam normalmente por abrasão, sendo que uma pequena parcela deles sofre cortes devido a pedras ou qualquer outro material cortante e também deformam por impactos excessivos irreparáveis;

C - São poucos os pneus que se desgastam por abrasão, a maioria se danifica por cortes, impactos elevados e carregamentos excessivos de forma contínua.

O custo dos pneus foi calculado estimando-se que todos os equipamentos estivessem dentro da zona de aplicação “B”. Nota-se, porém, que sempre se encontram dois limites em cada zona, um mínimo e outro máximo.

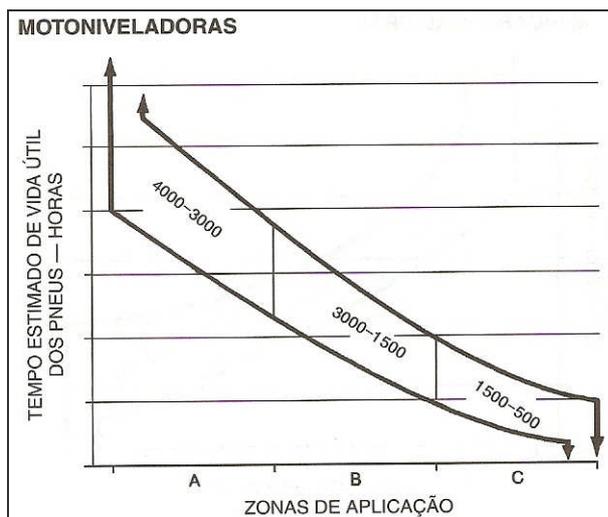


Figura 3.1 – Gráfico da estimativa de vida útil dos pneus de Motoniveladoras CAT.

Fonte: Manual de Produção Caterpillar, 2004.

Para a obtenção dos dados utilizados nos cálculos, tira-se a média aritmética entre os parâmetros máximo e mínimo de cada zona.

Logo, o valor do custo dos pneus por hora é obtido através da seguinte fórmula:

$$V_{\text{Pneus}} = \sum_{i=1}^n C_{P_i} \div VU_{P_i} \quad (9)$$

Donde:

$V_{\text{Pneus}}$  = Valor do custo horário dos pneus (R\$);

$C_{P_i}$  = Valor do custo dos pneus (R\$);

$VU_{P_i}$  = Vida útil dos pneus (h).

### 3.1.2.5 Custo de material rodante

Os equipamentos que utilizam esteiras para se locomoverem, terão o custo do material rodante analisado em função do tipo de solo e das condições de utilização. Pode-se verificar que, dependendo dessas condições, o material rodante poderá assumir custos elevados que muitas vezes encarecem sobremaneira o custo de operação. Tais custos podem

variar independentemente dos custos básicos do equipamento, como exemplo pode-se citar que o serviço de limpeza de jazida de areia é extremamente abrasivo para o material rodante. No entanto, se o equipamento executar uma operação relativamente fácil, o inverso também poderá ocorrer.

Por estas razões, calculou-se o custo do material rodante em separado, como item de desgaste e não incluído nos custos de reserva de reparos. O método usado pela Caterpillar, atendeu aos propósitos deste trabalho, por este motivo adotou-se tal método que prevê três condicionantes fundamentais, os quais afetam a vida útil do material rodante, quais sejam: Impacto; Abrasão e Fator “Z”.

Impacto é o efeito causado por choques com piso duros, impenetráveis, que causam empenamentos, desbastamento, rachadura, deformação, etc., das sapatas e problemas com ferragens e retenção dos pinos e buchas.

Abrasão é a tendência que as esteiras apresentam por sofrerem esmerilhamento de seus componentes, em função do contato com materiais abrasivos, tais como, areias úmidas, solos úmidos saturados com elevada proporção de areia dura ou partículas de rochas ou “pó de pedra”.

Fator “Z” ou combinado representa a interferência de substâncias químicas altamente corrosivas, existentes nos materiais em que se está trabalhando, interferindo, dessa forma, na vida útil das esteiras. A temperatura do material também influi, assim como o trabalho em meia-encosta que desgastam sensivelmente o lado inferior dos componentes.

A tabela 3.4 apresenta os valores para os “fatores básicos” e os “fatores de correção” que são dados essenciais para o cálculo do custo de reparo do material rodante. Observa-se, no entanto, que os dados referentes aos “fatores básicos” são tabelados em dólar americano, portanto ao final dos cálculos foi necessário converter os valores para reais, moeda oficial do

Brasil. Dessa forma, todos os cálculos sobre custos e seus resultados finais, apresentados neste trabalho, encontram-se expressos nesta moeda.

Fatores Básicos do Material Rodante			
Modelo	Fator Básico		
5230	19,0		
D11R	17,0		
5130B	15,0		
D10R	12,5		
D9R	10,0		
D8R	8,5		
973, 589, D7R LGP	9,0		
D7R, 963C, 583R, D6R LGP, D7R XR	8,0		
375, 5080	6,4		
D6R, 953C, 572R, D6M LGP, D6R XL, D6R XR	6,2		
365B	6,1		
345B Série II	5,3		
D5M LGP, D6 SR, D6M XL, 517, 527	5,0		
330B	4,4		
D3C (Todos), D4C (Todos), D5C (Todos), 933 (Todos), 939, 561M	3,7		
325B	3,4		
315B, 317B, 318B L, 322B	3,0		
D4 SR, 320C	2,5		
307B, 311B, 312B	2,2		
Fatores de Correção			
	Impacto	Abrasão	Fator "Z"
Alto	0,3	0,4	1,0
Moderado	0,2	0,2	0,5
Baixo	0,1	0,1	0,2

Tabela 3.4 – Fatores básicos e de correção para o cálculo do custo do material rodante - CAT

Fonte: Manual de Produção Caterpillar, 2004.

O cálculo do custo dos materiais rodantes foi elaborado multiplicando-se o valor do “fator básico” pelo resultado do somatório dos “fatores de correção”, conforme expresso na seguinte fórmula:

$$V_{MR} = F_b \times D_C (I + A + Z) \quad (10)$$

Donde:

$V_{MR}$  = Valor do custo horário do material rodante (R\$);

$F_b$  = Valor em dolar do “fator básico” do material rodante;

$D_C$  = Valor do dólar comercial (R\$);

I = Fator de correção de Impacto;

A = Fator de correção de Abrasão;

Z = Fator de correção Combinado.

### 3.1.2.6 Custo de reserva para reparos

Este é um item que depende muito da organização da empresa e a visão de seus gestores e colaboradores. Quanto mais a empresa se adequa às orientações do fabricante, menor será o custo com reparos. Neste caso, a manutenção preventiva se torna de real importância para a redução dos custos com reparos, uma vez que este depende da extensão que se obtém na vida útil dos equipamentos. Isto só é possível quando se cumpre à risca as tabelas de manutenção preventiva propostas pelos fabricantes.

Quando se adentra ao cenário das manutenções corretivas, diminui-se a vida útil dos equipamentos e, conseqüentemente, aumenta-se sobremaneira os custos com reparos.

O custo horário de reparos dos equipamentos cresce em função do período de sua utilização, ou seja, normalmente cresce com o passar dos anos. Para o cálculo desse custo, seguiu-se as orientações do fabricante.

O cálculo do custo da reserva para reparos se utilizou as tabelas do fabricante, e uma das que foram utilizadas nos cálculos encontra-se na figura 3.2. Estas tabelas expressam os valores dos “fatores básicos” para reparos e também os “fatores de extensão da vida útil” dos equipamentos, assim como no subitem anterior os valores dos fatores de extensão de vida útil são tabelados em dólar americano.

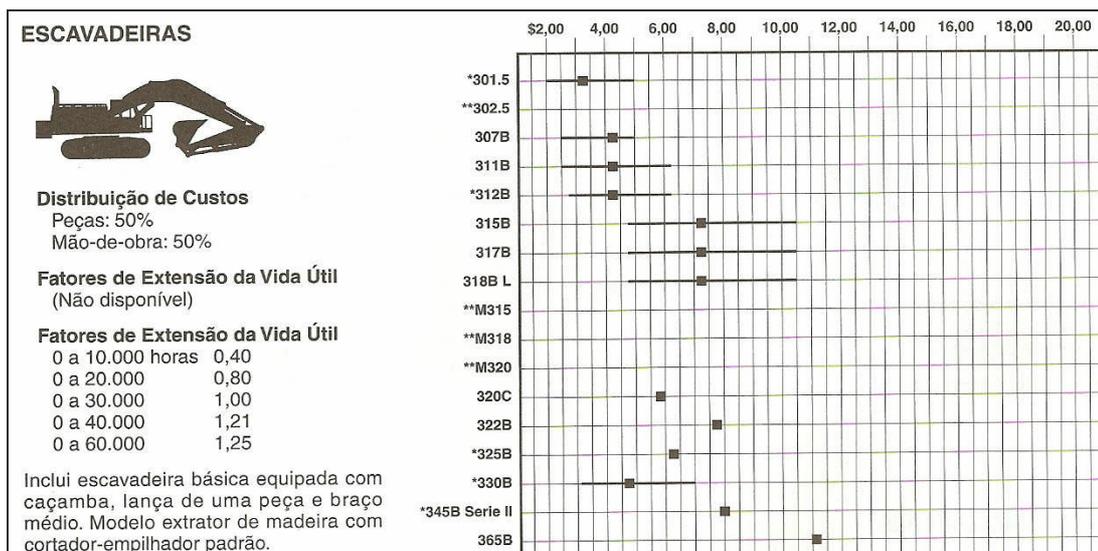


Figura 3.2 – Fatores básicos de reparo e Fatores de extensão da vida útil de Escavadeiras.

Fonte: Manual de Produção Caterpillar, 2004.

Há portanto, a necessidade de se converter para moeda local no câmbio do dia. Dessa forma, o cálculo pode ser expresso pela seguinte fórmula:

$$V_{RR} = V_{FBR} \times V_{EVU} \times D_C \quad (11)$$

Donde:

$V_{RR}$  = Valor do custo da reserva para reparos (R\$);

$V_{FBR}$  = Valor em dólar do fator básico de reparos;

$V_{EVU}$  = Valor do fator de extensão de vida útil;

$D_C$  = Valor do dólar comercial (R\$).

### 3.1.2.7 Custo de itens especiais de desgaste

Alguns itens adquirem importância, dependendo da utilização, visto que poderão proporcionar à máquina uma vida útil mais reduzida ou prolongada. São itens como: bordas cortantes; lâminas; pontas de ripper; dentes de caçamba; bites frezadores; parafusos e porcas e

retentores. Tais itens serão calculados em função das condições de utilização e condições físicas de trabalho dos equipamentos. O cálculo do custo foi elaborado para cada item individualmente, dividindo-se o valor do insumo por sua vida útil e em seguida efetuou-se o somatório de forma a obter-se o valor total dos custos dos itens especiais de desgastes. A fórmula utilizada nos cálculos foi:

$$V_{IED} = \sum_{i=1}^n (V_I \div VU) \quad (12)$$

Donde:

$V_{IED}$  = Valor dos custos dos itens especiais de desgaste (R\$);

$V_I$  = valor do custo unitário dos insumos (R\$);

$VU$  = Vida útil dos insumos (h).

### 3.1.3 Custo Horário Total de Propriedade e Operação (produtivo e improdutivo)

O custo horário total de propriedade e operação da máquina (produtivo) é o somatório dos custos de propriedade, operação, salário horário do operador e encargos sociais.

Para o cálculo do salário do operador, estimou-se uma jornada de 220 horas mensais de trabalho, associando-se a esta as classificações referentes às utilizadas pelo DNIT, sendo o valor percentual utilizado para o cálculo dos encargos sociais de 145,00% em conformidade com as orientações prestadas pelo Sindicato da Indústria da Construção Civil do Amazonas (SINDUSCON/AM).

O custo horário total de propriedade e operação da máquina (improdutivo), como o próprio nome já expressa, o equipamento está inativo no pátio ou no acampamento da empresa, mas encontra-se à disposição para o trabalho, portanto, gera despesas de propriedade

e de pessoal. O custo compõe-se do somatório dos custos de propriedade, operador e encargos sociais. As fórmulas utilizadas para o cálculo são respectivamente:

$$C_{\text{HProd}} = \text{CHP} + \text{CHO} + \text{SO} + \text{ES} \quad (13)$$

Donde:

$C_{\text{HProd}}$  = Custo Horário Total Produtivo (R\$);

CHP = Custo horário de Propriedade (R\$);

CHO = Custo Horário de Operação (R\$);

SO = Custo Horário do Operador (R\$);

ES = Custo horário dos Encargos Sociais (R\$).

$$C_{\text{HI}} = \text{CHP} + \text{SO} + \text{ES} \quad (14)$$

Donde:

$C_{\text{HI}}$  = Custo Horário Total Improdutivo (R\$);

CHP = Custo horário de Propriedade (R\$);

SO = Custo Horário do Operador (R\$);

ES = Custo horário dos Encargos Sociais (R\$).

### **3.2 Produção de máquinas e equipamentos para pavimentação**

A produção dos equipamentos para pavimentação não consiste de um método exato para definição dos parâmetros de produção, recorrendo-se muitas vezes a fatores de ajustes obtidos diretamente no campo. Por não ser um processo de alta precisão, muitas vezes, estima-se a produção de determinado equipamento, apelando-se para o bom senso e a experiência na execução de tarefas assemelhadas.

Para a obtenção de resultados mais precisos e corretos, foram utilizados os processos de cálculo comumente empregados na engenharia, corrigidos quando necessários como já citados anteriormente, de maneira que se consiga aproximar bastante os resultados reais obtidos em campo com os calculados nas planilhas de produção de equipes mecânicas.

Os trabalhos de terraplenagem e pavimentação geralmente “se repetem através do tempo, de forma cíclica, isto é, terminada uma sequência de operações, inicia-se a seguinte na mesma ordem anterior” (RICARDO e CATALANI, 1990, p.151), sendo desta forma um conceito que determina o ciclo de operações, fator preponderante na execução dos trabalhos.

Ciclo, portanto, conceitualmente, é um conjunto de operações realizadas por um determinado equipamento, num certo intervalo de tempo.

Essas operações, geralmente sequenciadas, envolvem paradas para ida, retorno, manobras, carga e descarga do equipamento para realizar a tarefa. O êxito dos experimentos em campo esteve sempre ligado diretamente na exatidão da tomada de tempo e cronometragem das diversas etapas que compuseram cada serviço, teve-se o cuidado em eliminar-se, sempre que possível, os tempos com paradas desnecessárias que causam sobremaneira um aumento no tempo total de ciclo, fator preponderante para a redução da produtividade das equipes participantes.

### 3.2.1 Tempos de Ciclo

O Tempo de Ciclo mínimo é realizado em condições ideais de utilização, ou seja, o serviço geralmente é executado com equipamentos novos, com operadores muito bem treinados e se possível em condições climáticas adequadas ao homem. Passa a ser o somatório de todos os tempos elementares inerentes à execução dos serviços. Através de observações em campo, chegou-se a conclusões que os tempos elementares, quando analisados em grande número de ciclos, alguns deles, permanecem mais ou menos constantes os quais se denominou de tempo fixo ( $t_f$ ), e outros são muito inconstantes, pois dependem diretamente das distâncias percorridas, são eles os tempos variáveis ( $t_v$ ), assim chegou-se a seguinte fórmula:

$$t_{\text{emin}} = \sum t_f + \sum t_v \quad (15)$$

O Tempo de Ciclo efetivo é o somatório de todos os tempos gastos na realização dos serviços, tomados *in loco*, considerando-se todas as condições desfavoráveis para a execução, inclusive os tempos de parada ( $t_p$ ).

$$t_{\text{cef}} = \sum t_f + \sum t_v + \sum t_p \quad (16)$$

$$t_{\text{cef}} = \sum t_{\text{emin}} + \sum t_p \quad (17)$$

### 3.2.2 Produção do equipamento

Conceitualmente Produção do Equipamento (P) é o volume de material trabalhado em um determinado intervalo de tempo, representado pelo produto do volume de material (V) pelo número de ciclos efetuados (f) na unidade de tempo.

$$P = V \times f \quad (18)$$

Considerou-se que a frequência é o inverso do período (tempo de ciclo), logo:

$$f = \frac{1}{t_c} \therefore P = \frac{V}{t_c} \quad (19)$$

Como se pode observar a produção é inversamente proporcional ao tempo de ciclo, isso significa dizer que, conforme o tempo diminui a produção aumenta, confirmando-se o inverso da situação, conforme o tempo aumenta diminui a produção. Desta forma, a produção máxima acontece quando o tempo de ciclo for mínimo.

$$P_{\text{máx}} = \frac{V_{\text{máx}}}{t_{\text{cmin}}} \quad (20)$$

A produção efetiva será igual a:

$$P_{\text{ef}} = \frac{V_{\text{máx}}}{t_{\text{cef}}} \quad (21)$$

### 3.2.3 Fator de Eficiência ou rendimento da operação

O fator de eficiência ou rendimento consiste na comparação entre o máximo que se pode fazer e o que se consegue normalmente executar.

Portanto, a relação entre a produção efetiva e a produção máxima é:

$$E = \frac{P_{\text{ef}}}{P_{\text{max}}} \quad (22)$$

### 3.2.4 Fórmula básica da produção de equipamentos

$$P_{\text{ef}} = \frac{V \times \varphi_1 \times E}{t_{\text{cmin}}} \quad (23)$$

A expressão genérica (23) foi utilizada nos cálculos de produção das máquinas de terraplenagem e pavimentação, sendo:

$P_{ef}$  = produção efetiva, medida no corte;

$V$  = capacidade volumétrica da caçamba ou lâmina medida com o material solto;

$\phi_1$  = fator de empolamento ou de conversão de volumes;

$t_{min}$  = tempo de ciclo mínimo;

$E$  = coeficiente de rendimento da operação ou fator de eficiência.

Após o cálculo da produção individual dos equipamentos, foram efetuados os cálculos da produção das equipes, onde geralmente se utilizam diversos tipos de equipamentos com características de trabalho diferentes. Estes cálculos encontram-se nas planilhas contidas nos apêndices de N até AA, referentes a produções de equipes mecânicas. Deve-se observar que existem casos em que a equipe resume-se a somente um tipo de equipamento, caso incomum para os serviços de pavimentação, porém em certos casos, podem ocorrer nos serviços de terraplenagem.

Para o cálculo da produção das equipes mecânicas, procedeu-se à escolha do seu equipamento principal, geralmente é o que produz mais com menor custo, mas nem sempre se há condições de se fazer esse tipo de escolha, caso do exemplo mostrado no quadro 3.2, onde a escolha do equipamento principal recaiu sobre o rolo compactador de patas, isso no processo utilizado pelo DNIT. As fórmulas utilizadas para o cálculo da produção dos equipamentos é puramente teórica e já se demonstrou anteriormente sua obtenção, apenas foram feitos, em alguns casos, ajustes com fatores empíricos extraídos em campo.

O método teórico determina que a produção da equipe seja igual à de seu equipamento principal ou equipamento chefe de equipe, a partir desta determinação calcula-se

a quantidade necessária e os percentuais de utilização produtiva e improdutivo dos demais equipamentos que compõem a mesma.

Como a produção da equipe é igual ao do equipamento principal, a utilização produtiva deste equipamento é igual à unidade, ou seja, é a produção da equipe dividida pela produção do equipamento. Prevalece para os demais o mesmo processo de cálculo, se o resultado for um número fracionário sempre se arredondará para cima em números inteiros, uma vez que não existem equipamentos fracionados.

Para se obter as quantidades de equipamentos necessários para a execução da tarefa, observou-se que nunca poderá haver equipamentos em quantidade inferior ao valor calculado para a utilização produtiva. Eliminando-se esta condição, para que não haja um desbalanceamento na equipe, torna-a ineficiente e ineficaz, como é o caso do caminhão basculante, no exemplo mostrado no quadro 3.2 (planilha de Produções de Equipes Mecânicas), cujo resultado do cálculo de sua utilização produtiva é igual a 1,49.

Como não existe equipamentos fracionados, adotou-se para este dado a quantidade de 2 caminhões, passando a utilização improdutivo a ser igual a diferença entre o valor calculado e o valor adotado, que para o caso assume valor igual a 0,51.

Na planilha de cálculo de produção, levou-se em conta uma série de variáveis intervenientes que dependem das características técnicas dos equipamentos e também das condições de projeto. Existem três variáveis que foram inseridas como fundamentais e que usualmente são empregadas como fatores de correção, são elas: Fator de Eficiência; Fator de Conversão e Fator de Carga.

O Fator de Eficiência de um equipamento é a relação entre o tempo de produção efetiva e o tempo de produção nominal.

PRODUÇÕES DE EQUIPES MECÂNICAS								
SERVIÇO: BASE DE SOLO ESTABILIZADO GRANULOMETRICAMENTE SEM MISTURA - DNIT						CÓDIGO		
OBRA: RESTAURAÇÃO DA RODOVIA AM-010						5S0220001		
Local: MUNICÍPIO DE ITACOATIARA				Techo: RIO URUBÚ / ITACOATIARA				
CONTRATANTE:								
CONTRATADA:						DATA:	UNIDADE:	
R. T.:	Engº Rubelmar Maia de Azevedo Cruz Filho			CREA-AM/RR Nº	1.285/D	20-nov-06	m³/h	
R E F	VARIÁVEIS INTERVENIENTES	U N D	EQUIPAMENTOS					
			Rolo CP CP 533-E 145 hp	MN - CAT 140H 185 hp	Trator de Pneus 140 hp+GD	CB - MB 15 m² 228 hp	CP - MB 10.000 l 160 hp	CPn - CAT PS 290-B 105 hp
a	Afastamento							
b	Capacidade	l				15,00	10.000,00	
c	Consumo	l/m³				1,84	53,00	
d	Quantidade							
e	Diâmetro							
f	Distância	m		300,00			5.000,00	
g	Espaçamento							
h	Espessura	m	0,20	0,20	0,20			0,20
i	Fator de Carga	adm						
j	Fator de Conversão	adm						
k	Fator de Eficiência	adm	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83
l	Largura Nominal		2,13	3,55	2,65			
m	Largura Útil	m	2,13	3,55	2,65			
n	Largura de Superposição	m	0,20	0,20	0,20			
o	Largura de Operação	m	1,93	3,35	2,45			1,94
p	Número de Passadas	un.	8,00	8,00	6,00			6,00
q	Profundidade							
r	Tempo Fixo (C. D e M.)	min		0,25		3,60	40,00	
s	Tempo de Ida	min		2,73			10,00	
t	Tempo de Retorno	min		2,73			10,00	
u	Tempo Total de Ciclo	min		5,70		3,60	60,00	
v	Velocidade Média de Ida	m/mni	70,00	110,00	80,00		500,00	67,00
w	Velocidade Média de Retorno	m/min	70,00	110,00	80,00		500,00	
FÓRMULAS			P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>	P <sub>5</sub>	P <sub>6</sub>
PRODUÇÃO HORÁRIA			169,00	220,00	327,00	113,00	157,00	217,00
NÚMERO DE UNIDADES			1	1	1	2	2	1
UTILIZAÇÃO PRODUTIVA			1,00	0,77	0,52	1,50	1,08	0,78
UTILIZAÇÃO IMPRODUTIVA			0,00	0,23	0,48	0,50	0,92	0,22
PRODUÇÃO DA EQUIPE							169,00	
FÓRMULAS			OBSERVAÇÕES:					
$P_1 = \frac{60 \times h \times k \times o \times v}{p}$			- ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO: DNER-ES-303					
$P_2 = \frac{60 \times f \times h \times k \times o}{p \times u}$								
$P_3 = \frac{60 \times h \times k \times o \times v}{p}$								
$P_4 = \frac{60 \times b \times k}{c \times u}$								
$P_5 = \frac{60 \times b \times k}{c \times u}$								
$P_6 = \frac{60 \times h \times k \times m \times v}{p}$								

Quadro 3.2 – Planilha de produção de equipes mecânicas – Base de solo estabilizado granulometricamente sem mistura de materiais.

Fonte: O Autor, 2006.

Para o cálculo da eficiência foi estimada uma produção efetiva de 50 minutos e em alguns casos, até 55 minutos, para que sejam levados em consideração tempos perdidos com alterações de serviços ou deslocamentos, preparação da máquina para o trabalho e sua manutenção.

O Fator de Conversão foi obtido da relação entre o volume de material no corte e o volume de material solto, ou seja, empolado. Esses dados exibidos foram extraídos dos exames de laboratório realizados *in loco*.

O Fator de Carga é a relação entre a capacidade efetiva do equipamento e sua capacidade nominal. Todos os dados adotados encontram-se nas faixas recomendadas pelos fabricantes e também de acordo com o que especifica o DNIT (2003 a).

### **3.3 Custo Unitário dos Serviços**

Após a mensuração dos custos produtivos e improdutivos das máquinas e da produção das equipes mecânicas, tornou-se possível a obtenção dos custos unitários de serviços através da junção dos dados obtidos nos dois processos. Foram elaboradas planilhas, como a exibida no exemplo do quadro 3.3, complementar ao quadro 3.2, pois se trata do mesmo serviço, para a obtenção do citado custo.

Os custos unitários foram elaborados, obedecendo-se aos critérios adotados nos métodos e procedimentos do DNIT, subdividindo-se em quatro partes, quais sejam:

- Custo dos equipamentos;
- Custo de mão de obra suplementar;
- Custo de materiais;
- Custo de transportes.

CUSTO UNITÁRIO DE SERVIÇO								
SERVIÇO: BASE DE SOLO ESTABILIZADO GRANULOMETRICAMENTE SEM MISTURA - DNIT							CÓDIGO	
OBRA: RESTAURAÇÃO DA RODOVIA AM -010							5S0220001	
Local: MUNICÍPIO DE ITACOATIARA				Techo: RIO URUBÚ / ITACOATIARA				
CONTRATANTE:								
CONTRATADA:							DATA:	UNIDADE:
R. T. :	Engº Rubelmar Maia de Azevedo Cruz Filho			CREA-AM/RR Nº	1.285/D	20-nov-06	m³	
ÍTEM	DISCRIMINAÇÃO	C.T.	QUANT	UTILIZAÇÃO		CUSTOS OPERACIONAIS		CUSTO HORÁRIO
				PROD.	IMPRO.	PROD.	IMPRO.	
1	<b>EQUIPAMENTOS</b>							
1.1	Rolo compactador de patas. CP 533-E		1,00	1,00	0,00	R\$ 148,21	R\$ 84,74	R\$ 148,21
1.2	Motoniveladora CAT 140H		1,00	0,77	0,23	R\$ 200,74	R\$ 114,29	R\$ 180,70
1.3	Trator de pneus 140 hp + Grade de disco		1,00	0,52	0,48	R\$ 88,37	R\$ 26,80	R\$ 58,62
1.4	Caminhão Basculante 15 m³ de 228 hp		2,00	0,75	0,25	R\$ 185,81	R\$ 58,57	R\$ 307,44
1.5	Caminhão tanque 10.000 l de 160 hp		2,00	0,54	0,46	R\$ 106,92	R\$ 41,32	R\$ 153,25
1.6	Compactador de pneus PS 290-B		1,00	0,78	0,22	R\$ 145,01	R\$ 75,41	R\$ 129,61
1.7								
							<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 977,84</b>
2	<b>MÃO-DE-OBRA SUPLEMENTAR</b>		<b>QUANT</b>	<b>K / R</b>	<b>E. S.</b>	<b>SALÁRIO M.</b>	<b>SALÁRIO H.</b>	<b>CUSTO HOR.</b>
2.1	Encarregado de Pavimentação		1,00	6,00	142,15%	R\$ 380,00	R\$ 10,36	R\$ 25,10
2.2	Serventes		3,00	2,00	142,15%	R\$ 380,00	R\$ 3,45	R\$ 25,10
2.3								
2.4								
2.5								
2.6								
2.7								
							<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 50,19</b>
3	<b>MATERIAIS</b>				<b>UNID.</b>	<b>CONSUMO</b>	<b>CUSTOS</b>	<b>CUSTO HOR.</b>
3.1								
3.2								
3.3								
3.4								
3.5								
3.6								
3.7								
							<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 0,00</b>
4	<b>CUSTO HORÁRIO TOTAL</b>							<b>R\$ 1.028,03</b>
5	<b>PRODUÇÃO DA EQUIPE</b>							<b>169,00</b>
6	<b>CUSTO UNITÁRIO SEM TRANSPORTE</b>							<b>R\$ 6,08</b>
7	<b>TRANSPORTE</b>				<b>D.M.T.</b>	<b>CONSUMO</b>	<b>CUSTOS</b>	<b>CUSTO UNIT.</b>
7.1								
7.2								
7.3								
7.4								
7.5								
7.6								
							<b>( F ) TOTAL</b>	<b>R\$ 0,00</b>
8	<b>CUSTO DIRETO TOTAL</b>							<b>R\$ 6,08</b>
9	<b>BONIFICAÇÃO + DESPESAS INDIRETAS</b>						<b>30,00%</b>	<b>R\$ 1,82</b>
10	<b>IMPOSTO SOBRE SERVIÇOS ( I.S.S. )</b>						<b>5,00%</b>	<b>R\$ 0,42</b>
11	<b>CUSTO UNITÁRIO TOTAL</b>							<b>R\$ 8,32</b>

Quadro 3.3 – Planilha de custo unitário de serviços – Base de solo estabilizado granulometricamente sem mistura de materiais.

Fonte: O Autor, 2006.

Dessa forma, o custo dos equipamentos refere-se a todos os equipamentos contidos no dimensionamento da produção das equipes mecânicas com suas respectivas quantidades e utilizações, produtiva e improdutivo, associando-se a este os custos produtivos e improdutivos.

Observa-se que as utilizações entram para o cálculo em forma de peso percentual, ou seja, dividiu-se as utilizações pela quantidade do equipamento. Portanto, o valor do custo de determinado equipamento passa a ser a soma algébrica do produto da quantidade do referido equipamento pela utilização produtiva e custos produtivos, e da quantidade de equipamento pela utilização improdutivo e custos improdutivos.

Considera-se para o cálculo da mão de obra suplementar, somente o custo de pessoal necessário na execução do serviço, ou seja, dele participam desde engenheiros até ajudantes se for o caso. Os valores adotados para o cálculo deste custo foram obtidos através de consulta ao SINDUSCON/AM e da tabela de mão de obra que se encontra expressa no quadro 3.4.

<b>CARGOS &amp; SALÁRIOS</b>								11/09/07
<b>1</b>	<b>Mão-de-Obra Especializada</b>	<b>K</b>	<b>E.S.</b>	<b>Jornada</b>	<b>Salário min.</b>	<b>Salário Total</b>	<b>Valor do E.S.</b>	<b>Total Geral</b>
1.1	Engenheiro	20	145,00%	220	380,00	7.600,00	11.020,00	18.620,00
1.2	Encarregado Geral de serviço	10	145,00%	220	380,00	3.800,00	5.510,00	9.310,00
1.3	Técnico de grau médio	5	145,00%	220	380,00	1.900,00	2.755,00	4.655,00
1.4	Operador de máquina	4	145,00%	220	380,00	1.520,00	2.204,00	3.724,00
1.5	Motorista	3	145,00%	220	380,00	1.140,00	1.653,00	2.793,00
1.6	Técnicos	3	145,00%	220	380,00	1.140,00	1.653,00	2.793,00
1.7	Auxiliares técnicos	2	145,00%	220	380,00	760,00	1.102,00	1.862,00
1.8								
<b>2</b>	<b>Mão-de-Obra Semi e Não Espec.</b>	<b>R</b>	<b>E.S.</b>	<b>Jornada</b>	<b>Salário min.</b>	<b>Salário Total</b>	<b>Valor do E.S.</b>	<b>Total Geral</b>
2.1	Profissionais em geral	2,5	145,00%	220	380,00	950,00	1.377,50	2.327,50
2.2	Auxiliares administrativos	2	145,00%	220	380,00	760,00	1.102,00	1.862,00
2.3	Ajudante	1,2	145,00%	220	380,00	456,00	661,20	1.117,20
2.4	Operário	1	145,00%	220	380,00	380,00	551,00	931,00

Quadro 3.4 – Planilha de cargos e salários.

Fonte: O Autor.

O custo de materiais refere-se ao custo de todos os materiais necessários para a execução do serviço, no caso do serviço exposto no quadro 3.3, este item aparece em branco na planilha, porque para o tipo de serviço nela composto não houve a necessidade de materiais

importados, portanto não foram computados. Os materiais que podem ser adicionados nos serviços de base estabilizada granulometricamente com mistura de materiais são: areia, materiais asfálticos, cimento, aditivos químicos para solo, mistura de solo em usina, etc. Se houver a necessidade de se utilizar tais materiais, o seu custo deverá ser computado.

Se houver a necessidade de se importar materiais complementares para a execução da obra ou serviço, torna-se fundamental o cálculo do custo de transporte desses materiais, para serem inseridos no computo do custo direto total, item 8 do Quadro 3.3.

### **3.4 A execução dos serviços**

Os serviços propostos, no objetivo geral deste trabalho, são:

- Escavação e carga de material de jazida;
- Sub-base e base estabilizada granulometricamente sem mistura;
- Restauração de pavimentos asfálticos.

Para os serviços de terraplenagem e pavimentação, os materiais escavados são classificados segundo a Norma DNIT 106/2009 - ES, como segue:

- 1ª categoria – compreende os solos em geral, residual ou sedimentar, seixos rolados ou não, com diâmetro máximo e inferior a 0,15 m, qualquer que seja o teor de umidade apresentado;
- 2ª categoria – compreende os de resistência ao desmanche mecânico inferior à rocha não alterada, cuja extração se processe por combinação de métodos que obriguem a utilização do maior equipamento de escarificação, exigido contratualmente; a extração eventualmente poderá envolver o uso de explosivos ou processo manual adequado, incluindo nesta classificação os blocos de rocha, de volume inferior a 2 m<sup>3</sup> e os matacões ou pedras de diâmetro médio entre 0,15 m e 1,00 m;

- 3ª categoria - compreende os de resistência ao desmonte mecânico equivalente à rocha não alterada e blocos de rocha, com diâmetro médio superior a 1,00 m, ou de volume igual ou superior a 2 m<sup>3</sup>, cuja extração e redução, a fim de possibilitar o carregamento, processem-se com o emprego contínuo de explosivos.

#### 3.4.1 Escavação e carga de material de jazida

Este serviço é produzido para suprir a obra de material para terraplenagem e pavimentação, por esta razão o DNIT(d) o classifica como serviços auxiliares. Se a terraplenagem não se completar com os empréstimos laterais ou com a compensação entre cortes e aterros, o material deverá ser importado de jazidas adjacentes à faixa de domínio do corpo estradal.

Todo o material utilizado foi explorado e estudado geotecnicamente, para se saber as características físico-mecânicas, a sua utilização se dá com maior frequência na pavimentação, pois para esse tipo de serviço necessita-se do emprego de materiais com melhores condições. Além dos critérios adotados pelo DNIT/DNER, nas composições de equipes mecânicas para este serviço, a pesquisa foi desenvolvida utilizando-se dois equipamentos, quais sejam:

- Escavadeira hidráulica tipo CAT 320-D e
- Motoniveladora tipo CAT 120-H.

A função da escavadeira hidráulica na equipe é escavar o material de 1ª categoria em jazida, no seu estado natural, e depois carregar os equipamentos de transporte, no caso caminhões basculantes, e a função da motoniveladora é tão somente trabalhar na regularização do caminho de serviço dos veículos pesados dentro dos limites da jazida de forma a proporcionar a máxima segurança e conforto no movimento interno destes veículos.

### 3.4.2 Sub-base e base estabilizada granulometricamente sem mistura

Tanto a sub-base quanto a base são elementos da pavimentação que são os principais responsáveis por absorverem e resistirem diretamente aos esforços provenientes das cargas veiculares, para a pesquisa delimitou-se os estudos somente para sub-base e base estabilizadas granulometricamente sem mistura de materiais, que são serviços realizados com a utilização apenas de materiais provenientes diretamente de jazidas, como se encontram na natureza, sem a adição de nenhum outro tipo de material, como forma de garantir um produto final resistente.

Esses materiais, quando submetidos aos ensaios da Norma DNER-ME 049/94, deverão possuir boa caracterização geotécnica e um Índice Suporte Califórnia - ISC (CBR)  $\geq$  60, para o caso de serem aplicados na construção de bases e um ISC  $\geq$  20 para o caso de aplicação em sub-bases.

Para a execução destes serviços foram utilizados os procedimentos e orientações contidas nas Normas DNER-ES 301/97, DNER-ES 303/97 e a DNER-ES 378/98.

Os equipamentos utilizados na composição da equipe mecânica para a execução deste serviço, são:

- Recicladora de Pavimento, tipo CAT RM 360-B;
- Motoniveladora, tipo CAT 140-H;
- Rolo compactador de patas, tipo CAT CP 536-E;
- Compactador pneumático, tipo CAT 290-B;
- Caminhão pipa 10.000 ℓ, com barra espargidora, tipo MB 228 hp.

A recicladora teve a função de homogeneizar o material proveniente da jazida para deixá-lo com a granulometria dentro das especificações, substituindo o uso da grade de disco atrelada ao trator de pneus. A motoniveladora trabalhou no sentido de nivelar o material de

base no limite do greide devidamente estaqueado e em camadas pré-definidas em projeto, mas que não devem ser superiores a 0,20 m.

Todo o serviço de compactação foi realizado com o auxílio de compactadores, o rolo compactador de patas foi responsável pela compactação do material de base, após a passagem da motoniveladora em número suficiente para que fossem atingidos os índices de compactação de projeto. O compactador pneumático complementou os serviços de compactação de forma a deixar a superfície da sub-base e da base isentas das marcas das patas do rolo compactador de patas e selada para receber, no caso das bases, o revestimento que é a camada final do pavimento.

O caminhão pipa foi utilizado para irrigar toda a área da pavimentação, cujo objetivo foi o de deixar o material dentro dos limites da umidade ótima, auxiliando nos serviços de compactação.

### 3.4.3 Restauração de pavimentos asfálticos

Quando os serviços de conservação (tapa-buracos) se tornam insuficientes para resolver os problemas dos pavimentos flexíveis, principalmente quando se atinge a idade de projeto, ou envelhecimento precoce do pavimento, ou ainda a ruptura causada por diversos problemas, dentre os quais pode-se citar: percolação de água pelas fissuras do pavimento, excesso de carga, fadiga por frequência de passagem de veículos, etc. Nesses casos, utiliza-se os serviços de restauração, que em muitas situações se confunde com a reconstrução do pavimento.

A principal finalidade da reciclagem simples nos serviços de restauração de pavimentos flexíveis é a obtenção de uma mistura homogênea entre materiais de diferentes características (revestimento asfáltico e base) para formar um outro material com condições

físico-mecânicas iguais ou superiores aos existentes, com custos diretos mais reduzidos.

Segundo citações em artigo, Arrieiro (2007, p. 1) comenta que:

Experiências passadas e recentes mostram que a reciclagem profunda é uma solução tecnicamente e economicamente viável desde que o projeto de reciclagem do pavimento seja bem concebido, executado e controlado.

Para a execução do serviço de restauração foram utilizados os seguintes equipamentos:

- Recicladora de pavimento, tipo CAT- RM 350B;
- Motoniveladora, tipo CAT 140H;
- Rolo compactador de patas, tipo CP 536-E;
- Rolo compactador liso, tipo CP 536-E;
- Compactador pneumático, tipo PS 290-B;
- Caminhão pipa 10.000 ℓ, com barra espargidora, tipo MB 228 hp.

Neste serviço a recicladora de pavimentos teve duas funções, a primeira foi a de desagregar e destorroar o revestimento asfáltico, incorporando-o à camada subjacente (base) e a segunda a de homogeneizar a mistura entre os dois materiais, ou seja, o revestimento e a base. Os demais equipamentos exerceram funções semelhantes às citadas no subitem anterior. Os serviços de campo poderão ser classificados como reciclagem simples profunda, ou seja, a reciclagem sem adição de nenhum tipo de material ou aditivo, definida como:

A reciclagem profunda não se caracteriza como uma solução padrão para tratar deficiências estruturais do pavimento. Cada projeto possui suas particularidades; a profundidade de corte e a modalidade de reciclagem serão definidas a partir do tráfego estimado, pelas propriedades dos materiais existentes no pavimento, pela capacidade de suporte do subleito e, se o pavimento for tratado com aditivos estabilizantes, deverão ser avaliados o custo e a disponibilidade destes materiais. (ARRIEIRO, 2007, p. 3)

A espessura do pavimento a ser reciclado foi definida após a análise de todas as recomendações pertinentes referentes ao dimensionamento do pavimento para reciclagem simples, tais como: materiais existentes na base; espessura média do revestimento asfáltico existente e tráfego estimado.

#### 3.4.4 Ensaio e caracterização da base reciclada

Após a finalização dos serviços de reciclagem, antes que se inicie o serviço de compactação, foram coletadas amostras para a elaboração dos ensaios de granulometria e resistência do material reciclado em laboratório, procedendo-se em conformidade com os métodos de ensaio e as normas já definidas no capítulo anterior.

## **4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS**

A ótica norteadora de todos os trabalhos em campo foi a aplicação de procedimentos e métodos para obtenção dos resultados de forma correta e interpretação em conformidade com a realidade dos cenários montados para a pesquisa. Estes fatores foram de fundamental importância para a conclusão dos trabalhos. Os dados obtidos em campo foram analisados e avaliados de forma sistêmica para que se chegasse aos valores expressos nas planilhas apresentadas nos apêndices.

### **4.1 Os serviços técnicos preliminares**

Antes de se iniciar os trabalhos de pesquisa foi necessário que se fizesse uma prospecção para se saber as condições em que se encontrava o pavimento existente e a sua caracterização.

Utilizando-se extratores de corpo de prova, executou-se furos localizados a cada 20 m, ou seja, a cada estaca rodoviária, em diagonal, sendo o primeiro furo no bordo esquerdo da pista, o seguinte no eixo e o terceiro no bordo direito e assim subsequentemente em ziguezague. Constatou-se que a sub-base possui espessura média de 0,20 m, a base 0,20 m e o revestimento asfáltico com 0,03 m. Todo o material coletado na pista de rolamento e na jazida de material foram levados ao laboratório de solos e asfalto da Escola Superior de Tecnologia da Universidade do Estado do Amazonas – EST/UEA, onde se processou todos os ensaios necessários para sua caracterização.

Obteve-se para o peso específico do asfalto desagregado, na média de três pesagens 1,08 t/m<sup>3</sup> e do solo tipo areia argilosa com presença de material laterítico miúdo, classificado como A-2-5, cujo peso específico solto é de 1,34 t/m<sup>3</sup>.

Após os processos de cálculo chegou-se aos resultados de que a umidade ótima do material misturado é de 8,01% e a do solo de 11,80%. Ao realizar o ensaio de granulometria do solo + asfalto destorroado, ou seja, a mistura reciclada se obteve os resultados discriminados na quadro 4.1.

<b>PENEIRA</b>	<b>¾ pol</b>	<b>½ pol</b>	<b>3/8 pol</b>	<b>Nº 4</b>	<b>Nº 10</b>	<b>Nº 40</b>	<b>Nº 80</b>	<b>Nº 200</b>
<b>% PASSANDO</b>	<b>96,08</b>	<b>81,43</b>	<b>76,92</b>	<b>66,13</b>	<b>51,68</b>	<b>21,98</b>	<b>5,15</b>	<b>0,48</b>

Quadro 4.1: Resultados do ensaio granulométrico do material reciclado (solo + asfalto).

Fonte: O Autor, 2006.

Foram moldados três corpos de prova para a mistura de solo/asfalto e três para solos de jazida conforme exibidos na figura 4.1.



Figura 4.1: Copos de prova prontos para o ensaio de resistência à ruptura, o da esquerda é da mistura reciclada (solo+asfalto) e o da direita é solo A-2-5 com presença de material laterítico miúdo.

Fonte: O Autor, 2006.

Após a realização do teste de resistência, figura 4.2, as amostras compactadas pelo método do Proctor Modificado alcançaram resistências média de 1,19 MPa para a mistura proveniente da reciclagem (solo+asfalto), e de 0,98 MPa para solos tipo A-2-5 provenientes da jazida.



Figura 4.2: Teste de resistência do material reciclado em prensa manual.

Fonte: O Autor, 2006.

Observou-se ao final dos testes que o material de base (solo) demonstrou uma coesão inferior, pois fragmentou-se com muito mais facilidade que o material reciclado (solo + asfalto), o qual apresentou uma consistência maior após o ensaio de ruptura dos corpos de prova, como pode-se ver na figura 4.3.

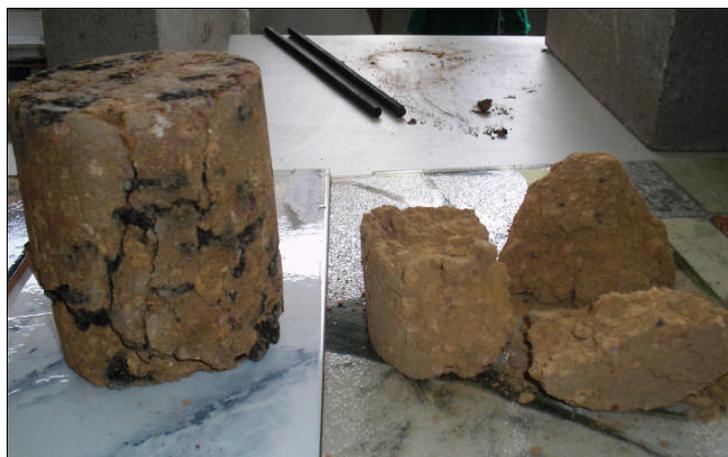


Figura 4.3: Estado dos corpos-de-prova, à esquerda o material reciclado e à direita o solo A-2-5 laterítico, após o teste de resistência.

Fonte: O Autor, 2006.

Em função dos resultados alcançados nos ensaios de resistência, tanto para o solo quanto para a mistura (asfalto + solo) e da estimativa de utilização da rodovia, dimensionou-se a base reciclada granulometricamente com mistura na pista em 0,15 m e a sub-base e base

estabilizada granulometricamente sem mistura em 0,20 m cada, tendo-se o cuidado de que, após as duas passagens da recicladora de pavimentos, a granulometria ficasse em conformidade com os parâmetros dos ensaios elaborados.

Os trabalhos em campo foram divididos em três fases, em função dos serviços propostos no objetivo geral, quais sejam:

- 1- Escavação e carga de material de jazida;
- 2- Sub-base e base estabilizada granulometricamente sem mistura;
- 3- Restauração de pavimentos asfálticos.

## **4.2 Escavação e carga de material de jazida**

Este é o serviço através do qual se produz os materiais para a construção dos aterros nos serviços de terraplenagem e para os serviços de pavimentação, tais como: reforço do subleito; sub-base e base.

### **4.2.1 Análise do modelo existente**

Os modelos que o DNIT estabelece como padrão, para este tipo de serviço, encontram-se nas planilhas contidas nos Anexos – A e B, que respectivamente são: Planilha de Produção das Equipes Mecânicas e Composição de Custo Unitário de Referência. Foi utilizado a escavadeira hidráulica de 166 kw de 1,5 m<sup>3</sup> de capacidade coroada da concha, o caminhão basculante de 14 m<sup>3</sup> e a motoniveladora de 93 kw, para obter-se uma produção de 173 m<sup>3</sup>/h de material de 1ª categoria em serviço de escavação.

Observou-se que a produção da equipe mecânica está abaixo do que cada equipamento, individualmente, possa produzir. Constatou-se que nos cálculos teóricos de produção, em alguns itens das variáveis intervenientes, tais como a capacidade da concha da

escavadeira e o tempo total de ciclo estavam em desacordo com os indicados pelos fabricantes para uso em corte de material de 1ª categoria.

No decorrer da pesquisa, constatou-se que o manual de custo rodoviário não disponibilizava os métodos de produção que nortearam a pesquisa realizada pelo DNIT, ou seja, se a escavadeira trabalhou executando cortes de baixo para cima com enchimento da balsa do caminhão no mesmo plano ou se procedeu de forma contrária; esta dúvida proporcionou que se estabelecesse um método específico para a pesquisa em campo.

#### 4.2.2 Composição das equipes mecânicas

Na pesquisa em campo foram utilizados os equipamentos que o proprietário da empresa pode disponibilizar. No caso, trabalhou-se com escavadeira hidráulica, com capacidade um pouco inferior em potência, mas igualando-se na capacidade da concha, uma vez que se utilizou sempre a sua capacidade máxima, comumente conhecida como “capacidade coroada”, como mostra a figura 4.4. A motoniveladora era de porte e capacidade similares e manteve-se o equipamento de transporte, caminhão basculante, com capacidades idênticas como forma de chegar-se mais próximo possível das composições que o DNIT/SICRO3 (2010) cita com ideais para que desta forma se pudesse fazer uma análise mais aprimorada dos resultados.

#### 4.2.3 Estudo e aplicação de métodos produtivos

A forma e o método com que se utilizou os equipamentos para a execução do serviço na pesquisa sofreram algumas alterações, até se chegar ao modelo ideal para a produção mais otimizada.

Na figura 4.5 tem-se uma visão melhor das formas e dos processos produtivos que se testou em campo, na retícula 1 da citada figura a escavadeira trabalhou fazendo cortes de

baixo para cima, e enchendo a báscula do caminhão no mesmo nível em que estava. Na retícula 2 a escavadeira fez o corte de cima pra baixo e encheu também a báscula do caminhão no mesmo nível em que se encontrava.



Figura 4.4: Detalhe da concha da escavadeira com “capacidade coroada”.

Fonte: O Autor, 2006.

Nas retículas 3 e 4, a escavadeira se encontrava em um nível acima dos caminhões, fez o corte de baixo para cima e o enchimento das básculas em posio que privilegia uma visão mais ampla do material em seu interior.

Adotou-se, para a pesquisa, o sistema utilizado na retícula 4 da figura 4.5, donde se conseguiu o melhor ndice de produtividade, figura 4.6. Quando se entrevistou o operador da máquina, ele concordou que esta era a forma mais confortável e produtiva para a execuo do serviço.

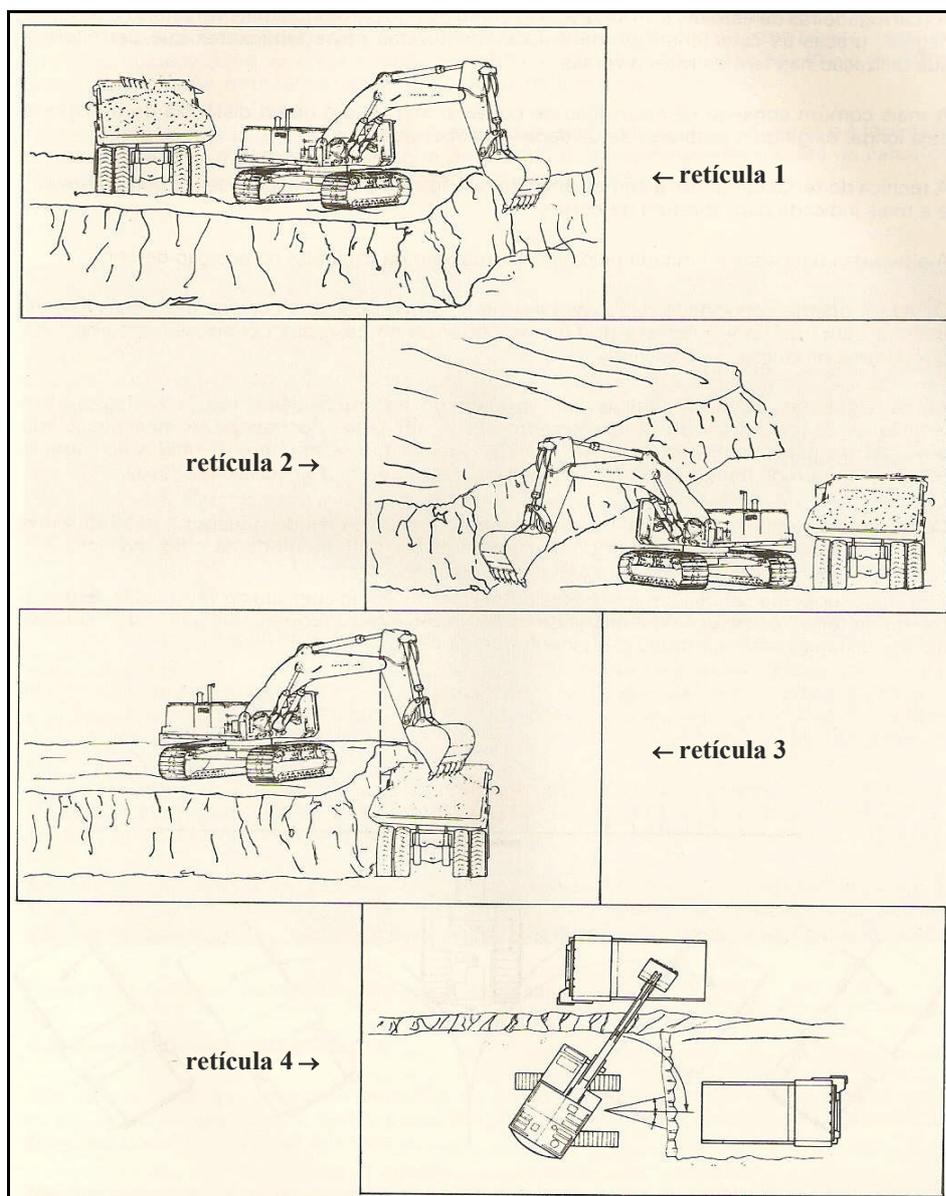


Figura 4.5: Desenho ilustrativo para corte de material de 1ª categoria, com escavadeira hidráulica.  
Fonte: Manual de Escavação – Ricardo e Catalani, 1990.

Desta forma, conseguiu-se maiores volumes de produção, mesmo quando comparado com a equipe composta de trator de esteiras e carregadeira de pneus e também com a equipe composta com escavadeira de maior porte, tipo CAT 330, isto se adotado os mesmos valores de produção e custo do DNIT (2003c).



Figura 4.6: Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria.

Fonte: O Autor, 2006.

#### 4.2.4 Elaboração das planilhas de produção e custo

Os dados obtidos em campo serviram para adequar fórmulas teóricas utilizando-se fatores empíricos, de forma a se chegar mais próximo possível dos valores alcançados na experiência em campo. A execução dos serviços foi sempre acompanhada pelos laboratoristas em campo para se determinar a taxa de empolamento do material, o tipo de solo utilizado e a umidade ótima do material, que no caso foi o A-2-5, com presença de laterita miúda, e todas as características do material reciclado (solo + asfalto) já mostrados no item 4.1.

Todos estes dados foram essenciais para o cálculo das planilhas de custo de propriedade e operação das máquinas (produtivo e improdutivo), de produção de equipes mecânicas e dos custos unitários de serviços, partes integrantes deste apêndice.

#### 4.2.5 Comparativo entre o sistema proposto e o recomendado pelo DNIT

A planilha contida no Apêndice - P exibe todos os dados extraídos em campo e o valor de produção da equipe de 272 m<sup>3</sup>/h, um valor bem superior, como mostrado no quadro 4.2 e figura 4.7, aos outros dois tipos de serviços. No respectivo quadro estão listados três serviços distintos, o serviço do item 1.0, refere-se ao proposto neste trabalho de pesquisa e os itens 1.1 e 1.2 são serviços contidos no manual de custos rodoviários do DNIT (2003c), e apresentados nos Apêndices – O e N, respectivamente. A diferença percentual indica os resultados da análise comparativa, feita entre o proposto e o que é efetivamente tabelado como padrão pelo DNIT (2003c) para obras rodoviárias.

<b>QUADRO COMPARATIVO DE PRODUÇÃO</b>				
<b>ITEM</b>	<b>DISCRIMINAÇÃO DOS SERVIÇOS</b>	<b>UNID.</b>	<b>PRODUÇÃO</b>	<b>DIFERENÇA PERCENTUAL</b>
1.0	ESCAVAÇÃO E CARGA DE MAT. 1ª CAT. - C/ EH-320	m <sup>3</sup> /h	272,00	100,00%
1.1	ESCAVAÇÃO E CARGA DE MAT. 1ª CAT. - C/ PC e TE - DNIT	m <sup>3</sup> /h	224,00	82,35%
1.2	ESCAVAÇÃO E CARGA DE MAT. 1ª CAT. - C/ EH-330 - DNIT	m <sup>3</sup> /h	173,00	63,60%

Quadro 4.2: Comparativo de produção para escavação e carga de material de 1ª categoria.

Fonte: O Autor, 2006.

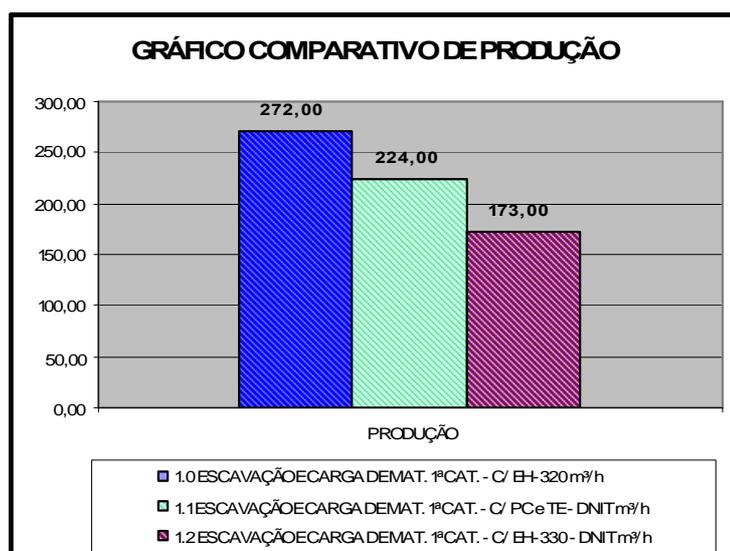


Figura 4.7: Gráfico Comparativo de produção para escavação e carga de material de 1ª categoria.

Fonte: O Autor, 2006.

Com relação à produção, a equipe proposta obteve ganhos consideráveis se comparada às demais equipes especificadas pelo DNIT (2003c), como se pode constatar no quadro 4.2. A equipe composta com trator de esteiras e pá carregadeira de pneus, item 1.1, chegou a 82,35% e a composta com escavadeira hidráulica tipo CAT – 330C, item 1.2, deteve-se nos 63,60%.

Quando se fez comparações no campo econômico também notou-se uma considerável vantagem pelo serviço de escavação, utilizando-se a escavadeira hidráulica tipo CAT - 320B, como demonstrado no quadro 4.3 e figura 4.8, passando a ser este o de menor custo produtivo, além de mais eficiente e eficaz.

QUADRO COMPARATIVO DE CUSTO				
ITEM	DISCRIMINAÇÃO DOS SERVIÇOS	UNID.	CUSTO	DIFERENÇA PERCENTUAL
1.0	ESCAVAÇÃO E CARGA DE MAT. 1ª CAT. - C/ EH-320	R\$/m³	2,35	100,00%
1.1	ESCAVAÇÃO E CARGA DE MAT. 1ª CAT. - C/ PC e TE - DNIT	R\$/m³	5,69	141,82%
1.2	ESCAVAÇÃO E CARGA DE MAT. 1ª CAT. - C/ EH-330 - DNIT	R\$/m³	6,27	166,66%

Quadro 4.3: Comparativo de custo para o serviço de escavação e carga de material de 1ª categoria.

Fonte: O Autor, 2006.

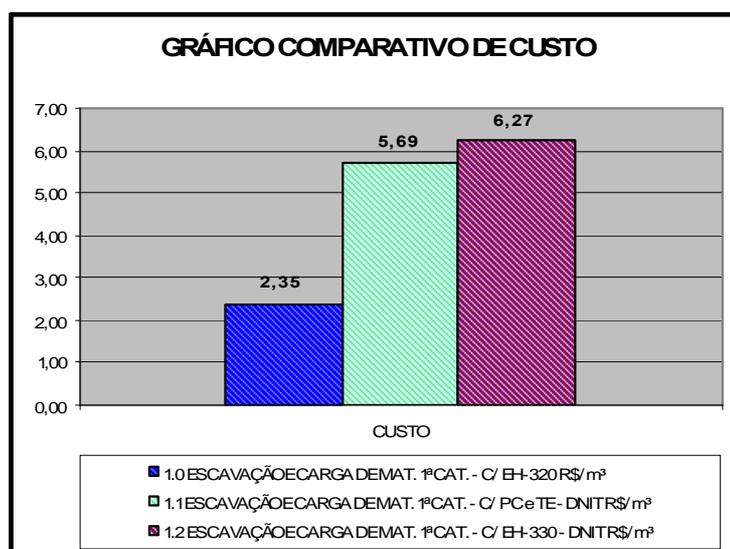


Figura 4.8: Gráfico comparativo de custo para o serviço de escavação e carga de material de 1ª categoria.

Fonte: O Autor, 2006.

Quando se aborda assuntos relacionados à economia, não se pode esquecer dos desperdícios, principalmente no tocante aos insumos provenientes de fontes não-renováveis. A economia de diesel também foi substancial, chegando a patamares de até 151,78% de economia de diesel, como demonstrado no quadro 4.4 e figura 4.9. Com um consumo mais reduzido de diesel, a emissão de poluentes na atmosfera, provenientes da queima do citado combustível, também é menor ao executar a mesma tarefa.

<b>QUADRO COMPARATIVO DE CONSUMO DE DIESEL</b>				
<b>ITEM</b>	<b>DISCRIMINAÇÃO DOS SERVIÇOS</b>	<b>UNID.</b>	<b>CONSUMO DIESEL</b>	<b>DIFERENÇA PERCENTUAL</b>
1.0	ESCAVAÇÃO E CARGA DE MAT. 1ª CAT. - C/ EH-320	ℓ	2.018,61	100,00%
1.1	ESCAVAÇÃO E CARGA DE MAT. 1ª CAT. - C/ PC e TE - DNIT	ℓ	2.571,01	27,37%
1.2	ESCAVAÇÃO E CARGA DE MAT. 1ª CAT. - C/ EH-330 - DNIT	ℓ	5.082,51	151,78%

Quadro 4.4: Comparativo de consumo de diesel para o serviço de escavação e carga de material de 1ª categoria, necessários para 1 km de sub-base e base.

Fonte: O Autor, 2006.

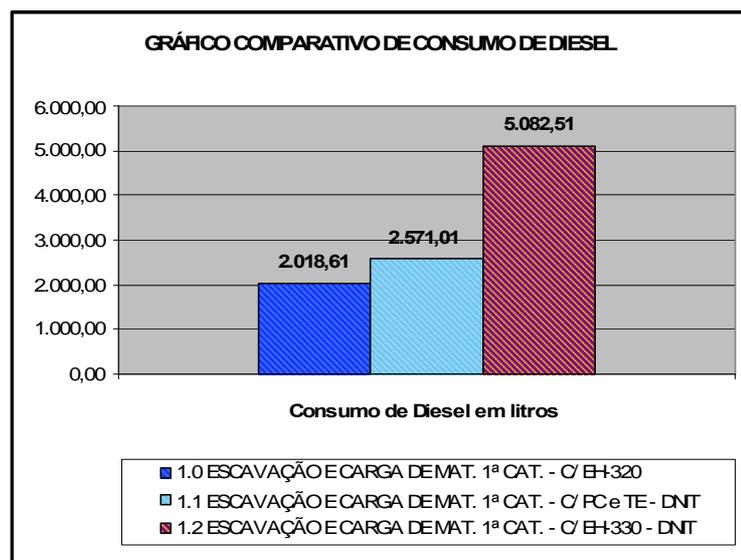


Figura 4.9: Gráfico comparativo de consumo de diesel para o serviço de escavação e carga de material de 1ª categoria necessário para 1 km de sub-base e base.

Fonte: O Autor, 2006.

### 4.3 Sub-base e base estabilizada granulometricamente sem mistura

Considerou-se a sub-base como o início dos serviços de pavimentação, no caso deste estudo, para a determinação da capacidade de carga da rodovia seguindo-se da base e o revestimento asfáltico, que embora não fazendo parte deste trabalho, deve ser citado, pois se trata da conclusão dos serviços contratados pelo Estado do Amazonas à Empreiteira.

#### 4.3.1 Análise do modelo existente

As condições encontradas para a execução da sub-base e da base, ver figura 4.10, devem ser consideradas como ideais para serviços de pavimentação, pois se conseguiu localizar um trecho para o experimento a uma distância média de transporte - DMT de 1.000 m para a jazida de materiais.

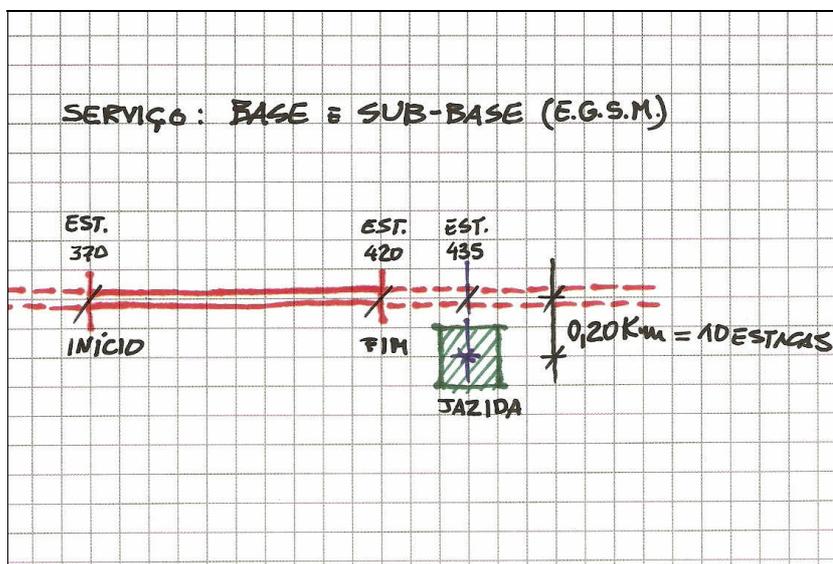


Figura 4.10: Desenho esquemático da localização da jazida e do trecho experimental.

Fonte: O Autor, 2006.

Para os serviços de sub-base e base estabilizada granulometricamente sem mistura de material, o DNIT (2003b) considera que os respectivos serviços tenham as mesmas características de produção e custo, o que não se constatou. Observou-se, durante os

experimentos em campo, que como a sub-base é uma camada de pavimento inferior à base, em pavimentos flexíveis, esta não necessita de acabamento superficial liso (selado), até porque receberá acima a camada da base e o revestimento asfáltico.

Portanto, na composição da equipe mecânica para o serviço de sub-base não se utilizou o rolo compactador liso. Este equipamento serve para, além de complementar os serviços de compactação, deixar a superfície pavimentada com um acabamento liso e espelhada. Se utilizado como recomendado pelo DNIT (2003b) haverá uma diminuição de aderência entre a sub-base e a base. Ao se deixar a superfície da sub-base com as marcas das patas do rolo compactador, aumenta-se a aderência entre as camadas melhorando a estabilidade do pavimento como um todo, como pode-se ver na figura 4.11.



Figura 4.11: Superfície da sub-base preparada para receber a base, com marcas visíveis das patas do rolo compactador.

Fonte: O Autor, 2006.

Observa-se, portanto, que para o serviço de sub-base retirou-se da equipe apenas o rolo compactador liso, pois como já citado anteriormente não houve necessidade do seu trabalho para melhorar a resistência e nem mesmo para tornar a equipe mais eficiente.

#### 4.3.2 Composição das equipes mecânicas

Para os serviços de sub-base foram utilizadas duas equipes, a primeira com todos os equipamentos recomendados pelo DNIT/SICRO3 (2010), que se encontram no Anexo – C e no Apêndice – Q, e a segunda, sobre os critérios do autor, onde se suprimiu o Rolo Compactador de Pneus e o Trator de Pneus + Grade de Disco foram substituídos pela Recicladora, Apêndice – R.

No serviço de base, seguindo-se, também, as orientações do DNIT/SICRO3 (2010), montou-se uma equipe com todos os equipamentos recomendados, que encontra-se no Anexo – E e no Apêndice – S, e em outra foi substituído o Trator de Pneus + Grade de Disco pela Recicladora, em conformidade com os estudos realizados pelo autor visando sempre uma produção mais eficiente e eficaz, Apêndice – T.

#### 4.3.3 Estudo e aplicação de métodos produtivos

Observou-se que a qualidade do serviço executado, utilizando o “trator de pneus + grade de discos”, ficava sempre abaixo do exigido em projeto. O motivo principal para tal situação era que o conjunto utilizado exigia mais dos serviços da motoniveladora, a qual necessitava de um grande número de passadas para regularizar a superfície da sub-base e base, uma vez que após a passagem da grade de discos o material ficava em leiras, com sulcos longitudinais profundos, provocados pela passagem dos discos, gerando sempre um desbalanceamento do conjunto.

Portanto, o gargalo de toda a equipe era justamente o trator de pneus atrelado à grade de discos que embora tendo uma produção muito boa, se comparada a da equipe, torna-se ineficaz para a execução adequado do serviço. Com a inserção da recicladora de pavimentos, na equipe mecânica, o processo produtivo tornou-se mais eficiente e eficaz, com resultados de produção superiores ao modelo usual.

Após a passagem da recicladora de pavimentos observou-se que o material ficava previamente adensado e regularizado, facilitando o trabalho do rolo compactador de pneus e principalmente da motoniveladora, diminuindo-se o número de passagem para obter-se um excelente nível de acabamento na superfície da sub-base e base.

#### 4.3.4 Elaboração das planilhas de produção e custo

Todos os dados levantados em campo foram tabulados para comporem os cálculos de produção e custos das equipes mecânicas dos serviços de sub-base e base. Nos apêndices Q e AE, respectivamente, Produções de Equipes Mecânicas e Custo Unitário de Serviços para sub-base utilizou-se os dados e fórmulas indicados no manual do DNIT, donde chegou-se a produção de 169 m<sup>3</sup>/h e um custo unitário direto total de R\$ 6,08 /m<sup>3</sup>. Os apêndices R e AF referem-se aos mesmos serviços, a diferença é que utilizou-se a recicladora de pavimentos e obteve-se uma produção otimizada de 377 m<sup>3</sup>/h, a um custo unitário direto total de R\$ 4,47 /m<sup>3</sup>.

Para os serviços de base, utilizou-se dos mesmos métodos para conseguir-se resultados que são mostrados nos Apêndices - S e AG, para modelo proposto pelo DNIT e Apêndices - T e AH demonstram os resultados alcançados pela equipe composta, utilizando-se a recicladora de pavimentos. Como pode-se ver nos citados apêndices, também se conseguiu resultados satisfatórios e vantajosos para a citada equipe.

#### 4.3.5 Comparativo entre o sistema proposto e o recomendado pelo DNIT

Com base nos resultados obtidos nas planilhas de produção e custos para os serviços de sub-base, com e sem o uso da recicladora de pavimentos, elaborou-se os quadros 4.5 e 4.6, e figuras 4.12 e 4.13, onde se verificam as vantagens de produção e custo respectivamente a favor da equipe proposta neste trabalho. A equipe referencial do DNIT chegou a apenas

44,83% da produção da equipe composta com a recicladora de pavimentos e um custo 36,09% superior a esta.

QUADRO COMPARATIVO DE PRODUÇÃO				
ITEM	DISCRIMINAÇÃO DOS SERVIÇOS	UNID.	PRODUÇÃO	DIFERENÇA PERCENTUAL
1.0	SUB-BASE ESTABILIZADA G.S.M - USO DA RECICLADORA	m³/h	377,00	100,00%
1.1	SUB-BASE ESTABILIZADA G.S.M - DNIT	m³/h	169,00	44,83%
1.2				

Quadro 4.5: Comparativo de produção para serviços de sub-base estabilizada granulometricamente sem mistura.

Fonte: O Autor, 2006.

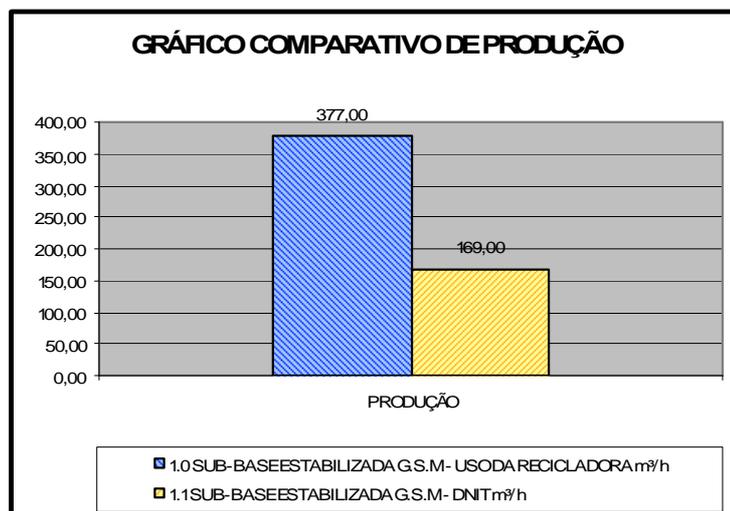


Figura 4.12: Gráfico comparativo de produção para o serviço de sub-base estabilizada granulometricamente sem mistura de materiais.

Fonte: O Autor, 2006.

QUADRO COMPARATIVO DE CUSTO				
ITEM	DISCRIMINAÇÃO DOS SERVIÇOS	UNID.	CUSTO	DIFERENÇA PERCENTUAL
1.0	SUB-BASE ESTABILIZADA G.S.M - USO DA RECICLADORA	R\$/m³	4,47	100,00%
1.1	SUB-BASE ESTABILIZADA G.S.M - DNIT	R\$/m³	6,08	36,09%
1.2				

Quadro 4.6: Comparativo de custo para serviços de sub-base estabilizada granulometricamente sem mistura.

Fonte: O Autor, 2006.

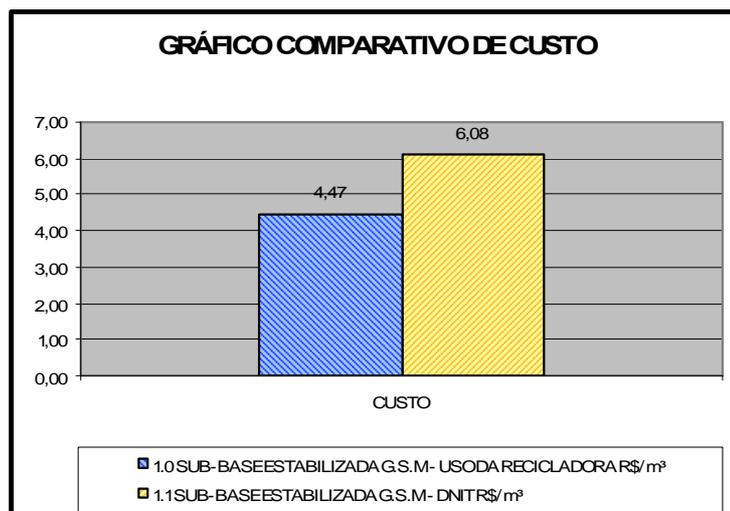


Figura 4.13: Gráfico comparativo de custo para o serviço de sub-base estabilizada granulometricamente sem mistura de materiais.

Fonte: O Autor, 2006.

Quando se processou uma análise no campo econômico/ambiental, chegou-se a resultados animadores com ganhos de 104,47% ou uma diferença de consumo de 991,10 litros por quilômetro de construção de sub-base, com 0,20 m de espessura, em favor da equipe, proposta neste trabalho, conforme valores exibidos no quadro 4.7 e figura 4.14. Desta forma, conseguiu-se diminuir as emissões de gases e componentes poluidores na atmosfera, resultantes da combustão do óleo diesel.

<b>QUADRO COMPARATIVO DE CONSUMO DE DIESEL</b>				
<b>ITEM</b>	<b>DISCRIMINAÇÃO DOS SERVIÇOS</b>	<b>UNID.</b>	<b>CONSUMO DIESEL</b>	<b>DIFERENÇA PERCENTUAL</b>
1.0	SUB-BASE ESTABILIZADA G.S.M - USO DA RECICLADORA	ℓ	948,70	100,00%
1.1	SUB-BASE ESTABILIZADA G.S.M - DNIT	ℓ	1.939,80	104,47%

Quadro 4.7: Comparativo de consumo de diesel para construção de 1 km de sub-base estabilizada granulometricamente sem mistura de materiais.

Fonte: O Autor, 2006.

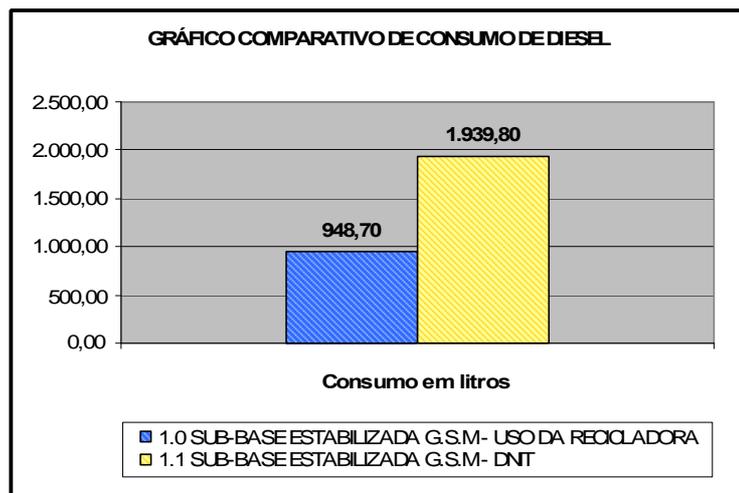


Figura 4.14: Gráfico comparativo de consumo de diesel para construção de 1 km de sub-base estabilizada granulometricamente sem mistura de materiais.

Fonte: O Autor, 2006.

Nos serviços de base os resultados também foram compensadores com vantagens na produção e custo como demonstrados nos quadro 4.8 e figura 4.15 e quadro 4.9 e Figura 4.16. Os cálculos exibem valores, para a equipe formada em conformidade com os processos e métodos do DNIT, que chegou a 55,96% da produção da mesma equipe, com a inclusão da recicladora de pavimentos. Ao se partir para análise no campo econômico, de forma assemelhada, encontrou-se significativas vantagens para a equipe proposta para este trabalho com ganho de 15,54%.

<b>QUADRO COMPARATIVO DE PRODUÇÃO</b>				
<b>ITEM</b>	<b>DISCRIMINAÇÃO DOS SERVIÇOS</b>	<b>UNID.</b>	<b>PRODUÇÃO</b>	<b>DIFERENÇA PERCENTUAL</b>
1.0	BASE ESTABILIZADA G.S.M - USO DA RECICLADORA	m <sup>3</sup> /h	302,00	100,00%
1.1	BASE ESTABILIZADA G.S.M - DNIT	m <sup>3</sup> /h	169,00	55,96%
1.2				

Quadro 4.8: Comparativo de produção para serviços de base estabilizada granulometricamente sem mistura.

Fonte: O Autor, 2006.

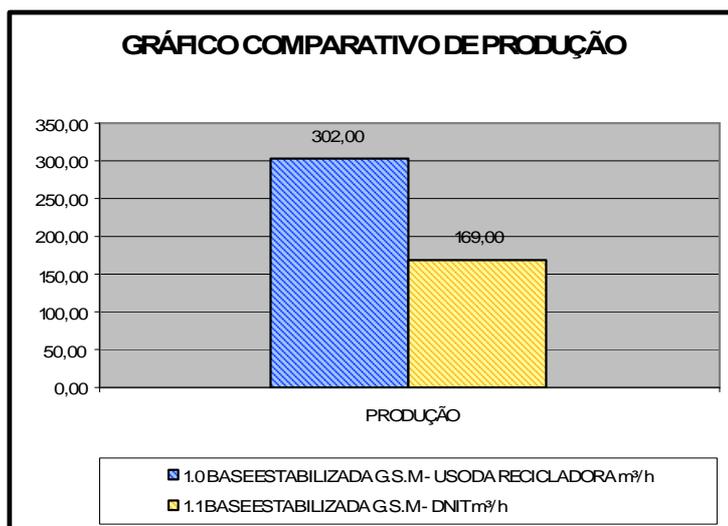


Figura 4.15: Gráfico comparativo de produção para serviço de base estabilizada granulometricamente sem mistura.

Fonte: O Autor, 2006.

<b>QUADRO COMPARATIVO DE CUSTO</b>				
ITEM	DISCRIMINAÇÃO DOS SERVIÇOS	UNID.	CUSTO	DIFERENÇA PERCENTUAL
1.0	BASE ESTABILIZADA G.S.M - USO DA RECICLADORA	R\$/m³	5,26	100,00%
1.1	BASE ESTABILIZADA G.S.M - DNIT	R\$/m³	6,08	15,54%
1.2				

Quadro 4.9: Comparativo de custo para serviços de base estabilizada granulometricamente sem mistura.

Fonte: O Autor, 2006.

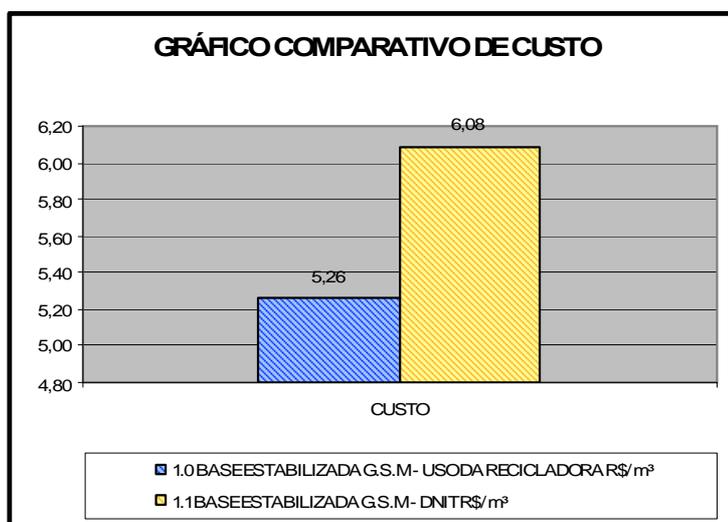


Figura 4.16: Gráfico comparativo de custo para serviço de base estabilizada granulometricamente sem mistura.

Fonte: O Autor, 2006.

Na análise dos custos de desperdícios na construção da base, ou seja, no consumo de diesel, chegou-se a valores também muito satisfatórios, atingindo-se patamares de 91,76% acima do consumo calculado para a equipe composta pela recicladora de pavimentos, como pode-se verificar no quadro 4.10 e figura 4.16. Em todos os casos analisados, até esta etapa, observa-se, também, que sempre houve ganhos ambientais consideráveis, embora não tenha sido o foco deste trabalho, a mensuração das emissões proveniente desse desperdício, pode-se afirmar que os valores economizados não vão para a atmosfera.

<b>QUADRO COMPARATIVO DE CONSUMO DE DIESEL</b>				
<b>ITEM</b>	<b>DISCRIMINAÇÃO DOS SERVIÇOS</b>	<b>UNID.</b>	<b>CONSUMO DIESEL</b>	<b>DIFERENÇA PERCENTUAL</b>
1.0	BASE ESTABILIZADA G.S.M - USO DA REICLADORA	ℓ	1.011,56	100,00%
1.1	BASE ESTABILIZADA G.S.M - DNIT	ℓ	1.939,80	91,76%

Quadro 4.10: Comparativo de consumo de diesel para construção de 1 km de base estabilizada granulometricamente, sem mistura de materiais.

Fonte: O Autor, 2006.

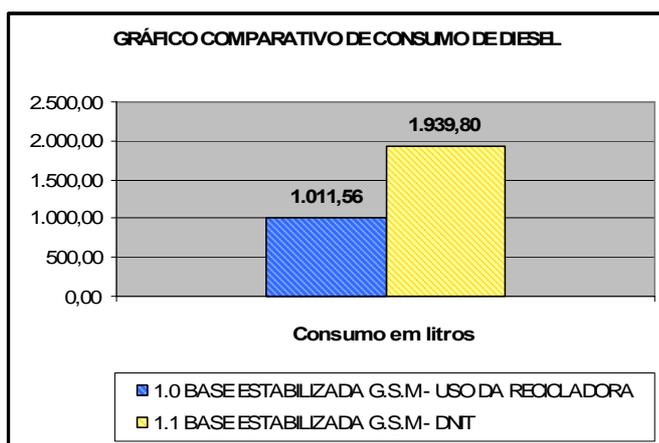


Figura 4.17: Gráfico comparativo de consumo de diesel para construção de 1 km de base estabilizada granulometricamente, sem mistura de materiais.

Fonte: O Autor, 2006.

#### 4.4 Restauração de pavimentos asfálticos

Existem dois processos utilizados para restauração de pavimentos asfálticos, o primeiro consiste na retirada do revestimento asfáltico, incluindo-se parte da base e em muitos casos até mesmo a sub-base, este largamente utilizado no Brasil. O outro consiste na reciclagem do pavimento flexível *in situ*, utilizando-se técnicas mais modernas, eficientes e eficazes com a incorporação do revestimento asfáltico existente na base, como forma de se evitar desperdícios e rejeitos na execução dos serviços.

##### 4.4.1 Análise do modelo existente

Como o foco principal de todo este trabalho direcionou-se ao serviço de restauração rodoviária, para este item específico se fez uma série de análises, incluindo simulações entre os procedimentos especificados pelo DNIT (2003c) e o aqui proposto neste estudo. Para que se chegasse a algo mais prático e concreto, iniciou-se com uma completa análise nos procedimentos e métodos recomendados pelo DNIT (2003a).

Para se chegar a um resultado final de restauração de pavimento flexível que satisfaça as exigências, recomendações e normas técnicas, deve-se executar uma série de serviços necessários para obter-se o produto final, ou seja, a restauração da base. No processo conhecido, as etapas de serviços a serem cumpridas, foram:

- Remoção mecanizada do revestimento betuminoso;
- Compactação de “bota-fora”;
- Limpeza de jazida;
- Expurgo de jazida;
- Escavação, carga e transporte de material de jazida;
- Base estabilizada granulometricamente, sem mistura.

No citado processo, nota-se que existe uma preocupação especial, a retirada e o acondicionamento adequado de todo o material betuminoso, proveniente do revestimento da rodovia, em local apropriado, para que o prejuízo ambiental seja mitigado.

Esta preocupação conduz de imediato a dois outros serviços: limpeza de um local apropriado, que pode ser a própria área utilizada como jazida e após estar exaurida poderá ser utilizada como depósito de material “imprestável” e o serviço de compactação de “bota-fora”, uma vez que o serviço de transporte deste material já se encontra inserido na composição da remoção mecanizada do revestimento betuminoso. Ao se executar o serviço de “expurgo de jazida”, retira-se a camada vegetal e estoca-se este material nos limites da própria jazida para servir na recomposição vegetal da área.

Dependendo dos resultados da análise geotécnica ou de um serviço de inspeção visual para se identificar a patologia do pavimento, a base poderá ser totalmente retirada. Isto dependerá do estágio de deterioração em que ela se encontre. A sua recomposição dar-se-á através dos serviços de “escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria” e o serviço de “base estabilizada granulometricamente, sem mistura de materiais”.

Ao se utilizar a recicladora de pavimentos, na equipe mecânica, todos os serviços serão eliminados com a incorporação do revestimento betuminoso ao material da base existente. Tal prática trouxe ganhos consideráveis ao meio ambiente, à qualidade do pavimento, ao prazo de execução dos serviços e ao custo da obra.

#### 4.4.2 Composição das equipes mecânicas

As máquinas utilizadas na composição da equipe mecânica para o serviço de restauração de pavimento são as mesmas empregadas nos serviços de sub-base e base, com a utilização da Recicladora de Pavimentos. De todos os equipamentos, somente esta teve que sofrer alteração em sua configuração básica, equipando-a com o tambor específico para

trabalho em corte de asfalto e solo, sendo esta a única alteração feita nas características técnicas da máquina. Este trabalho de troca de tambores foi em função de se ter conseguido somente um equipamento desse tipo para a execução dos serviços contidos no objetivo deste trabalho.

#### 4.4.3 Estudo e aplicação de métodos produtivos

Inicialmente os serviços contratados para a restauração da AM-010 seriam: Remoção do revestimento betuminoso; Compactação de “bota-fora”; Limpeza de jazida; Expurgo de jazida; Escavação, carga e transporte de material de jazida e Base estabilizada granulometricamente, sem mistura de materiais.

Todos os serviços listados são essenciais para se restaurar o pavimento de uma rodovia no processo convencional utilizado e normatizado pelo DNIT (2003c). Com base neste cenário é que se formulou proposta à direção da empresa contratada para a substituição de todos esses serviços pelo serviço de reciclagem *in situ* de pavimentos flexíveis, com a elaboração de um trecho experimental, onde se pudesse mensurar todos os custos e resultados finais. A proposta foi aceita e a empresa disponibilizou todos os equipamentos solicitados para a execução da reciclagem simples.

Após levantamento feito em campo, das reais condições do pavimento e sua utilização, constatou-se que as condições técnicas do pavimento eram precárias. Realizou-se estratificação de corpo de prova *in loco*, donde ficou comprovado que o pavimento betuminoso encontrava-se com espessura média de 0,03 m e a base com 0,20 m, conforme se pode ver no detalhe da seção transversal, mostrada na figura 4.18.

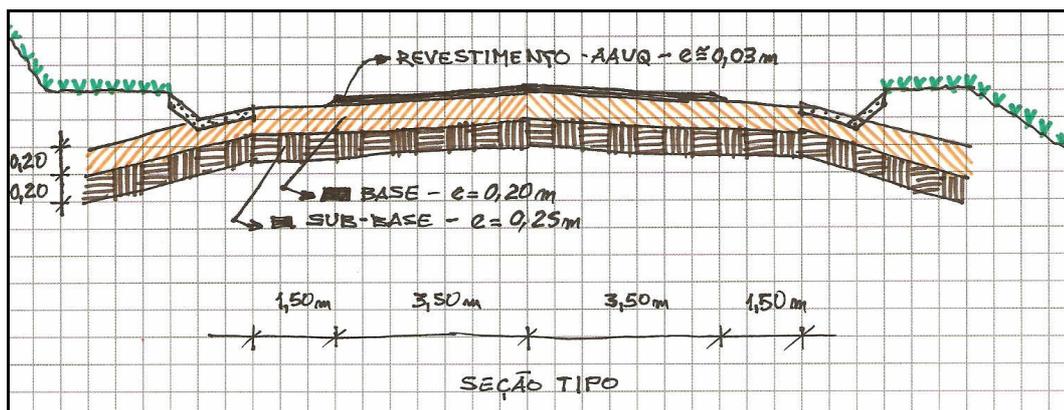


Figura 4.18: Seção transversal tipo da AM-010.

Fonte: O Autor, 2006.

O levantamento também comprovou que os buracos tinham profundidade máxima de 0,15 m, com tamanho variando entre 0,20 m até 2,00 m de diâmetro, como detalhado na seção transversal exibida na figura 4.19. De posse desses dados, chegou-se à conclusão que não seria necessário fazer o preenchimento dos buracos com material de primeira categoria, porque o volume por quilômetro do revestimento, a ser incorporado à base, seria em torno de 210 m<sup>3</sup>, algumas vezes superior ao volume que se precisaria para preencher os buracos e deixar o pavimento no nível especificado no projeto executivo.

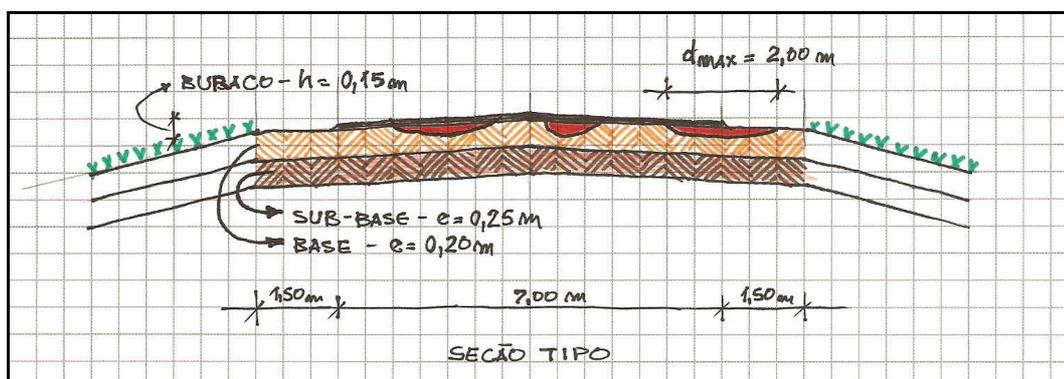


Figura 4.19: Seção transversal tipo com presença de buracos da AM-010.

Fonte: O Autor, 2006.

As condições em que se encontrava o pavimento podem ser observadas nas figuras 4.20 e 4.21, onde se vê fissuras com espessura de aproximadamente 0,01 m com rachaduras tipo “couro de jacaré”. Através de testes de laboratório, determinou-se que a base deveria ser reciclada com uma profundidade média de 0,15 m mais os 0,03 m do revestimento para que todo o material reciclado atingisse a estabilidade de projeto do pavimento restaurado.



Figura 4.20: Fissuras em pavimento betuminoso, tipo fendas, AM-010.

Fonte: O Autor, 2006.



Figura 4.21: Fissuras em pavimento betuminoso, tipo couro de jacaré, AM-010.

Fonte: O Autor, 2006.

O passo seguinte foi determinar a velocidade de translado da recicladora para que o material asfáltico, triturado, tivesse granulometria entre ½” e 1”. Esta velocidade média foi determinada pelo método das tentativas até chegar-se à conclusão de que ela ficaria em 25 m/min. O resultado do processo de reciclagem pode ser visto na figura 4.22, onde os grãos mais escuros são provenientes do revestimento betuminoso triturado e já incorporado à base existente.



Figura 4.22: Material de base reciclado, mistura solo + asfalto, AM-010.

Fonte: O Autor, 2006.

Na sequência, foi calculada a quantidade de água por metro quadrado, a fim de atender ao padrão condizente ao material reciclado, da umidade ótima. Optou-se em distribuir essa quantidade de água em duas passadas. Na primeira passada do equipamento, distribuir-se-ia 25 l/m<sup>2</sup> que serviriam também para arrefecer os bites, evitando-se dessa forma um desgaste acentuado. Na figura 4.23, pode-se ver a recicladora de pavimentos em sua primeira passagem. No intervalo entre a primeira e segunda passagem foram feitos ensaios *in loco* para a determinação da quantidade restante de água que seria espargida, quando da segunda passagem, e chegou-se a valores médios de 15 l/m<sup>2</sup>, totalizando 40 l/m<sup>2</sup> numa espessura média de 0,15 m para o material atingir a umidade ótima.



Figura 4.23: Serviço de reciclagem de base, a recicladora encontra-se em sua primeira passagem.  
Local: AM-010.

Fonte: O Autor, 2006.

As duas passadas da recicladora também foram essenciais para deixar o material em conformidade com a granulometria de projeto como pode-se ver, à frente da recicladora, o material oriundo da primeira passagem com granulometria acima da média, Figura 4.24.



Figura 4.24: Serviço de reciclagem de base, a recicladora encontra-se em sua segunda passagem.  
Local: AM-010.

Fonte: O Autor, 2006.

O restante do processo se assemelha ao descrito anteriormente para o serviço de base estabilizada granulometricamente, sem mistura, utilizando-se no processo a recicladora de pavimentos.

#### 4.4.4 Elaboração das planilhas de produção e custo

Os dados levantados em campo foram essenciais para os cálculos de produção e custo de todas as planilhas que se apresentam nos Apêndices de U até AA, e nos Apêndices de AI até AO, respectivamente.

#### 4.4.5 Comparativo entre o sistema proposto e o recomendado pelo DNIT

Para o comparativo entre os processos propostos neste trabalho e o recomendado pelo DNIT (2003c), para restauração de pavimentos, computou-se apenas os resultados finais dos dois processos.

PLANILHA ORÇAMENTÁRIA					
SERVIÇO: RESTAURAÇÃO MECANIZADA DE PAVIMENTO - AAUQ - (DNIT)					
ITEM	DISCRIMINAÇÃO DOS SERVIÇOS	Unid.	Quant.	Custo Unit.	Preço Total
1.0	Remoção mec. de revestimento betuminoso	m <sup>3</sup>	1.500,00	R\$ 5,01	R\$ 7.514,97
2.0	Compactação de material de "bota-fora".	m <sup>3</sup>	1.500,00	R\$ 2,05	R\$ 3.082,27
3.0	Limpeza de jazida	m <sup>2</sup>	6.000,00	R\$ 0,28	R\$ 1.660,49
4.0	Expurgo de jazida	m <sup>3</sup>	1.250,00	R\$ 2,42	R\$ 3.022,85
5.0	Escavação e carga de mat. de jazida	m <sup>3</sup>	1.500,00	R\$ 5,64	R\$ 8.465,76
6.0	Base de solo estab. granulo. sem mistura	m <sup>3</sup>	1.500,00	R\$ 6,08	R\$ 9.124,53
<b>TOTAL GERAL DA RESTAURAÇÃO DE PAVIMENTO</b>					<b>R\$ 32.870,87</b>
SERVIÇO: RECICLAGEM MECANIZADA DE PAVIMENTO - AAUQ (Recicladora de pavimento)					
ITEM	DISCRIMINAÇÃO DOS SERVIÇOS	Unid.	Quant.	Custo Unit.	Preço Total
1.0	Reciclagem mecanizada de pavimento - AAUQ	m <sup>3</sup>	1.500,00	R\$ 6,34	R\$ 9.503,14
<b>TOTAL GERAL DA RECICLAGEM DE PAVIMENTO</b>					<b>R\$ 9.503,14</b>

Quadro 4.11: Comparativo entre restauração e reciclagem de pavimento flexível tipo AAUQ. Local: AM-010.

Fonte: O Autor, 2006.

Criou-se um cenário em que as condições para restauração e reciclagem de pavimentos fossem praticamente iguais, conforme se pode observar na planilha orçamentária

do quadro 4.11. O custo da restauração do pavimento é de 245,89%, a mais do que a reciclagem, os valores financeiros de ambos pode-se constatar na figura 4.25.

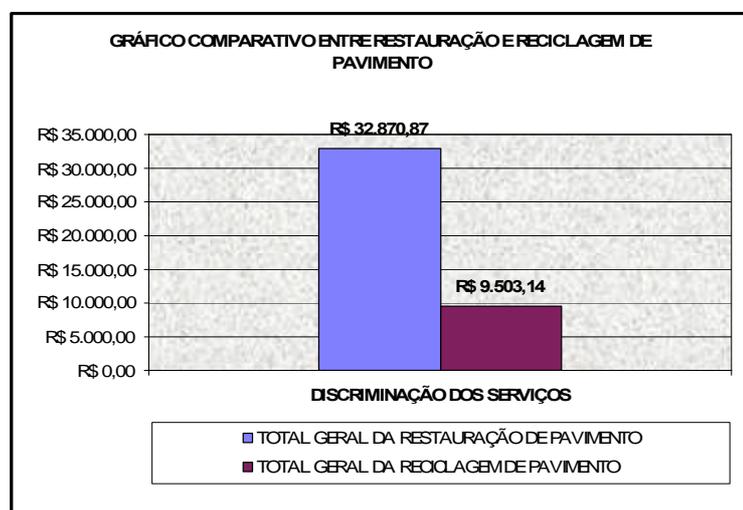


Figura 4.25: Gráfico comparativo entre os custos de restauração e reciclagem de pavimentos para os serviços na AM - 010.

Fonte: O Autor, 2006.

CRONOGRAMA FÍSICO																												
SERVIÇO: RESTAURAÇÃO MECANIZADA DE PAVIMENTO - AAUQ - (DNIT)					TEMPO DE EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS - (DIAS)																							
ITEM	DISCRIMINAÇÃO DOS SERVIÇOS	Unid.	Quant.	Produção da equipe	1								2								3							
					Horas								Horas								Horas							
					1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
1.0	Remoção mec. de revestimento betuminoso	m³	1.500,00	96,00	15,6																							
2.0	Compactação de material de "bota-fora".	m³	1.500,00	304,00									4,9															
3.0	Limpeza de jazida	m²	6.000,00	857,00	7,0																							
4.0	Expurgo de jazida	m³	1.250,00	96,00	13,0																							
5.0	Escavação e carga de mat. de jazida	m³	1.500,00	224,00									6,7															
6.0	Base de solo estab. granulo. sem mistura	m³	1.500,00	169,00																	8,9							
<b>TEMPO TOTAL DE EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS DE RESTAURAÇÃO [hs]</b>					<b>21,9</b>																							
SERVIÇO: RECICLAGEM MECANIZADA DE PAVIMENTO - AAUQ					TEMPO DE EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS - (DIAS)																							
ITEM	DISCRIMINAÇÃO DOS SERVIÇOS	Unid.	Quant.	Produção da equipe	1								2								3							
					Horas								Horas								Horas							
					1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
1.0	Reciclagem de pavimento betuminoso	m³	1.500,00	260,00	5,8																							
<b>TEMPO TOTAL DE EXECUÇÃO DO SERVIÇO DE RECICLAGEM [hs]</b>					<b>5,77</b>																							

Quadro 4.12: Cronograma Físico comparativo entre os serviços de restauração e reciclagem de pavimento flexível tipo AAUQ. Local: AM-010.

Fonte: O Autor, 2006.

Analisando-se o cronograma físico, também encontrou-se enorme diferença nos prazos de execução, como se pode constatar no quadro 4.12. Procurou-se otimizar e sincronizar os tempos de execução de cada serviço de forma a obter-se o mínimo nos prazos

de execução para a restauração do pavimento. Mesmo tendo-se a preocupação de não se deixar nenhum gargalo no processo de produção, a equipe mecânica formada com a recicladora de pavimentos, obteve uma vantagem de 279,60% sobre os serviços de restauração.

Com o valor de 1,0 km de base feita pelo processo do DNIT (2003c), ou seja, restauração de pavimentos poder-se-á fazer exatos 3,46 km de base reciclada nas condições em que foram realizados os trabalhos da pesquisa.

Quando se partiu para a análise deste item, observou-se que além da produção e custo este tipo de serviço, por estar relacionado ao revestimento asfáltico, deveria ser também analisado sob a ótica ambiental. Esta preocupação, com o meio ambiente amazônico, levou à análise para reflexões futuras.

As legislações atuais se preocupam sobremaneira com o meio ambiente, e as exigências para o seu cumprimento tem sido o empecilho de órgãos públicos e de empresas contratadas para as realizações de obras de infraestrutura de transporte.

Para se computar os valores respectivos de consumo de diesel, na realização dos serviços de restauração e de reciclagem de pavimento, foi necessário elaborar-se uma planilha de consumo de combustível, conforme consta no quadro 4.13, onde se especificou os serviços e os tipos de equipamentos que o realizam.

Extraiu-se os valores de consumo de combustível por hora das planilhas de custo horário de máquinas e equipamentos e multiplicou-se pelas respectivas horas trabalhadas e quantidades de equipamentos calculadas, nas planilhas de produção de equipes mecânicas de cada serviço respectivo.

<b>QUADRO DE CONSUMO DE COMBUSTÍVEL</b>					
<b>SERVIÇO: RESTAURAÇÃO MECANIZADA DE PAVIMENTO - AAUQ - (DNIT)</b>					
<b>ITEM</b>	<b>SERVIÇOS/EQUIPAMENTO</b>	<b>QUANT.</b>	<b>UTILIZ. PROD.</b>	<b>CONSUMO EQUIPA. (ℓ)</b>	<b>CONSUMO DE DIESEL (ℓ)</b>
<b>1.0</b>	<b>Remoção mec. de revestimento betuminoso</b>				<b>799,96</b>
1.1	Motoniveladora CAT 140H	1,00	0,31	19,50	93,18
1.2	Carregadeira de pneus 132 hp	1,00	1,00	13,00	203,19
1.3	Caminhão Basculante 10 m <sup>3</sup> de 160 hp	2,00	0,66	24,50	503,59
<b>2.0</b>	<b>Compactação de material de "bota-fora".</b>				<b>434,52</b>
2.1	Rolo compactador de patas. CP 533-E	1,00	1,00	14,00	69,16
2.2	Motoniveladora CAT 140H	1,00	0,40	19,50	38,84
2.3	Trator de pneus 140 hp + Grade de disco	1,00	0,69	19,00	64,70
2.4	Caminhão tanque 10.000 l de 228 hp	2,00	1,00	26,50	261,82
<b>3.0</b>	<b>Limpeza de jazida</b>				<b>126,18</b>
3.1	Trator de esteiras CAT D6-N 140 hp	1,00	1,00	18,00	126,18
<b>4.0</b>	<b>Expurgo de jazida</b>				<b>234,54</b>
4.1	Trator de esteiras CAT D6-N 140 hp	1,00	1,00	18,00	234,54
<b>5.0</b>	<b>Escavação e carga de mat. de jazida</b>				<b>827,43</b>
5.1	Trator de esteiras CAT D6-N 140 hp	2,00	1,24	18,00	300,16
5.2	Carregadeira de pneus CAT 924 G 110 hp	1,00	1,00	13,00	87,10
5.3	Motoniveladora CAT 120 H 140 hp	1,00	0,09	15,00	8,69
5.4	Caminhão Basculante 15 m <sup>3</sup> de 390 hp	2,00	0,56	57,50	431,48
<b>6.0</b>	<b>Base de solo estab. granulo. sem mistura</b>				<b>1.454,87</b>
6.1	Rolo compactador de patas. CP 533-E	1,00	1,00	14,00	124,32
6.2	Motoniveladora CAT 140H	1,00	0,77	19,50	133,02
6.3	Trator de pneus 140 hp + Grade de disco	1,00	0,52	19,00	87,20
6.4	Caminhão Basculante 10 m <sup>3</sup> de 228 hp	2,00	0,75	57,50	763,65
6.5	Caminhão tanque 10.000 l de 228 hp	2,00	0,54	26,50	253,31
6.6	Compactador de pneus PS 290-B	1,00	0,78	13,50	93,37
<b>TOTAL GERAL [ℓ]</b>					<b>3.877,50</b>

<b>SERVIÇO: RECICLAGEM MECANIZADA DE PAVIMENTO - AAUQ</b>					
<b>ITEM</b>	<b>SERVIÇOS/EQUIPAMENTO</b>	<b>QUANT.</b>	<b>UTILIZ. PROD.</b>	<b>CONSUMO EQUIPA. (ℓ)</b>	<b>CONSUMO DE DIESEL (ℓ)</b>
<b>1.0</b>	<b>Base de solo estab. granulo. sem mistura</b>				<b>1.078,44</b>
1.1	Recicladora de pavimento CAT- RM 350B	1,00	0,89	75,50	386,57
1.2	Motoniveladora CAT 140H	1,00	1,00	19,50	112,52
6.3	Rolo compactador de patas CP 536-E	2,00	0,81	14,00	130,45
6.4	Rolo compactador liso CP 536-E	1,00	0,90	14,00	72,42
6.5	Compactador pneumático PS 290-B	2,00	0,92	13,50	142,62
6.6	Caminhão pipa 10.000 l	2,00	0,76	26,50	233,85
<b>TOTAL GERAL [ℓ]</b>					<b>1.078,44</b>

Quadro 4.13: Comparativo de consumo de diesel entre os serviços de restauração e reciclagem de pavimento flexível tipo AAUQ. Local: AM-010.

Fonte: O Autor, 2006.

Para maior compreensão, elaborou-se uma planilha onde se encontram a totalização dos dados referentes ao consumo de combustível para cada equipe, ou seja, a de restauração e a de reciclagem de pavimentos, quadro 4.14. Neste aspecto a diferença entre os dois processos

produtivos é de 259,55 % de vantagem para a reciclagem de pavimentos, ou seja, se deixou de queimar 2.799,06 litros de diesel, em apenas 1,00 km de serviço de restauração de rodovias.

QUADRO COMPARATIVO DE CONSUMO DE COMBUSTÍVEL			
SERVIÇO:		RESTAURAÇÃO MECANIZADA DE PAVIMENTO - AAUQ	
ITEM	DISCRIMINAÇÃO DOS SERVIÇOS	CONSUMO	
		Unid.	Quant.
1.0	Restauração mecanizada de pavimento - AAUQ - DNIT	ℓ	3.877,50
2.0	Reciclagem mecanizada de pavimento - AAUQ	ℓ	1.078,44
<b>DIFERENÇA TOTAL</b>		<b>ℓ</b>	<b>2.799,06</b>

Quadro 4.14: Resumo do comparativo de consumo de diesel entre os serviços de restauração e reciclagem de pavimento flexível tipo AAUQ. Local: AM-010.

Fonte: O Autor, 2006.

Portanto, nota-se claramente no gráfico da figura 4.26, a existência de uma diferença muito grande de consumo de diesel, na realização dos dois serviços distintos. Estes dados foram obtidos, após a realização de um modelo simulado para os serviços realizados em 1 km de rodovia nos padrões da AM-010, cuja plataforma é de 10,00 m e a pista de rolamento é de 7,00 m.

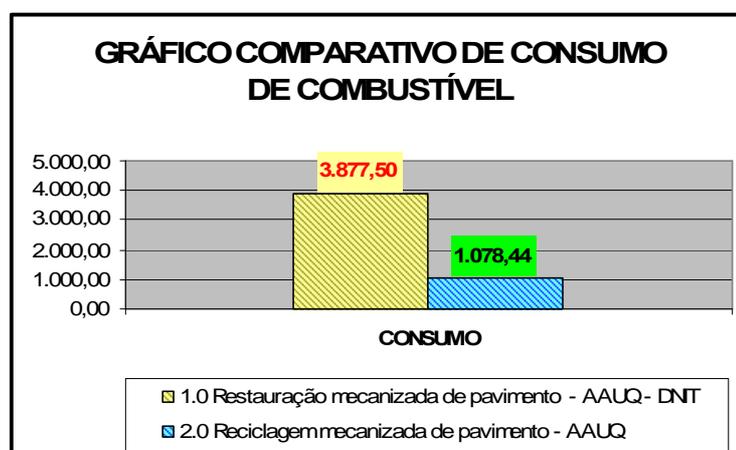


Figura 4.26: Gráfico comparativo de consumo de diesel entre os serviços de restauração e reciclagem de pavimentos para os serviços na AM - 010.

Fonte: O Autor, 2006.

Apenas como um simples demonstrativo, considerando-se que a BR-174 apresenta dimensões semelhantes às da rodovia pesquisada e que necessita urgentemente ser restaurada em cerca de 400 km, de um total dos 1.000 km existentes somente entre a cidade de Manaus e a divisa do Brasil com a Venezuela, Marco BV-08.

Dentro desta ótica, os serviços de restauração de pavimento da citada rodovia, com o uso da Recicladora, poderiam ser executados com uma considerável redução de custo, prazo e consumo de diesel, aproximadamente 1.119.624,00 litros. Como o consumo, através da combustão interna de combustíveis fósseis, não renováveis, está ligado diretamente à emissão de poluentes na atmosfera, estes efeitos danosos ao meio ambiente seriam mitigados na mesma proporção.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo de todo o processo da pesquisa, encontrou-se dificuldades que aos poucos foram sendo vencidas. A satisfação maior, porém, foi com os resultados alcançados, além das contribuições que este trabalho pode trazer e as conclusões que se pode extrair ao longo de todos os estudos realizados.

Constatou-se que profissionais que atuam na área de pavimentação, geralmente, têm buscado informações técnicas nos manuais produzidos pelos fabricantes de máquinas e equipamentos para serviços rodoviários, nas publicações do DNIT e do Instituto de Pesquisas Rodoviárias (IPR). Assim sendo, desenvolveram seus próprios custos de forma individualizada, os quais raramente são publicados, por servirem de trunfo para disputas em licitações no mercado de obras de infraestrutura de transportes. Geralmente, são utilizados como parâmetro nos orçamentos os Manuais, Normas, Instruções de Serviços e Métodos de Ensaio do DNIT e IPR.

Há, portanto, uma necessidade premente de publicação de novos trabalhos que possam servir para consulta e também como parâmetro ao público alvo dessa área, ou seja, os profissionais que trabalham com engenharia de custos e produção e em construções de obras de infraestrutura.

Após profunda análise sobre os procedimentos e métodos utilizados pelo DNIT, chegou-se à conclusão que para tornar as equipes mecânicas mais produtivas dever-se-á introduzir novos equipamentos em suas composições, fabricados dentro de uma nova concepção, que, além dos avanços tecnológicos incorporados os torne mais versáteis e multifuncionais frente ao que hoje são largamente utilizados. A idéia principal recaiu sobre dois equipamentos, quais sejam: a Escavadeira hidráulica e a Recicladora de pavimentos.

O correto uso da Escavadeira hidráulica nos serviços de escavação em material de primeira categoria comprovou, através dos números, que ela é muito mais eficiente, eficaz e econômica se comparada aos equipamentos utilizados nos processos e métodos especificados pelo DNIT.

Pode-se constatar, também, que os técnicos desse órgão, que rege a construção rodoviária no país, não foram criteriosos ao adotar um novo equipamento, mais moderno e eficiente, em suas composições de equipes mecânicas, ANEXO-A, como no caso da escavadeira hidráulica de esteiras de 166 kw, sem revisar os dados referentes às suas capacidades nominais de trabalho. Neste caso específico, utilizaram dados de “capacidade coroadada” da concha de 1,50 m<sup>3</sup>, inferior aos tabelados pelo fabricante, que é de 1,85 m<sup>3</sup>, reduzindo sobremaneira a produção da equipe mecânica para este serviço.

O uso da Recicladora de pavimentos garantiu vantagens em produção e custos nos trabalhos de sub-base e base, tornando-se ainda mais produtiva, eficiente e eficaz quando foi inserida na composição da equipe mecânica para os serviços de restauração de pavimentos, como se comprovou através da análise dos resultados. Estes ganhos atingem maiores dimensões em função dos ganhos ambientais, tão propalados nos dias atuais, apresentados nos gráficos e quadros exibidos no subitem 4.4.5 deste trabalho, onde se obteve considerável economia de recursos naturais energéticos, no caso específico o óleo diesel.

Com resultado tão satisfatórios, em função da utilização de equipamentos mais modernos, econômicos, eficientes e eficazes, chega-se à conclusão de que a Escavadeira hidráulica e a Recicladora de pavimentos, tornam-se equipamentos essenciais na realização dos serviços especificados no objetivo deste trabalho, os quais foram analisados à luz de todos os condicionantes técnicos e legais.

Observa-se, no entanto, que quando se trabalhou o custo horário das máquinas e equipamentos utilizados na pesquisa, chegou-se a conclusão que no tópico referente ao custo

de propriedade, nem os fabricantes ou mesmo os órgãos responsáveis por essa tarefa no Brasil, fazem mensurações com referência ao custo do descarte do equipamento após o final de sua vida útil, ou seja, sua venda para o “ferro velho”.

Constatou-se que este é um valor que não pode ser desprezado por tornar o cálculo do custo de propriedade mais correto, honesto e por contribuir, de certa forma, na sua redução. Geralmente os proprietários de máquinas e equipamentos preferem fazer o descarte dos mesmos antes de se atingir a vida útil estimada pelo fabricante, principalmente em função de não cumprirem com os programas de manutenção preventiva e corretiva, indicativos de extensão da vida útil do equipamento.

No Estado do Amazonas, constatou-se, também, que em muitos casos, os equipamentos são restaurados, passando a ter um valor um pouco maior quando do seu descarte, para continuarem executando suas tarefas, essa é uma prática que o autor não recomenda, pois o período de vida útil dos equipamentos é geralmente muito extenso, e nesse intervalo de tempo os fabricantes, sempre, desenvolvem novos produtos mais eficientes e eficazes, tanto no que se refere à produção e custo, quanto ao consumo de combustíveis.

Após a análise realizada neste estudo, recomenda-se que as pesquisas não se restrinjam somente aos serviços de pavimentação, tema aqui abordado somente em três itens. Torna-se necessário que se estenda a pesquisa aos diversos itens que compõem as obras e serviços de terraplenagem e aos demais itens de pavimentação, pois geralmente quase todas as obras de infraestrutura e de construção civil necessitam destes serviços para suas implantações.

Também recomenda-se que os estudos evoluam para temas inéditos dentro da mesma área, uma vez que o assunto é muito vasto e a região amazônica ainda carece de muita pesquisa sobre obras de infraestrutura de transportes. Como pode-se demonstrar ao longo de todo o trabalho os significativos ganhos que houve em qualidade, custos e prazos de execução

dos serviços de pavimentação pesquisados, desperta-se o interesse na ampliação das pesquisas, de no mínimo, para os demais serviços da pavimentação rodoviária.

Caberia ao DNIT promover seminários e pesquisas onde pudessem ser debatidas e estudadas as particularidades de cada região do Brasil e suas diversidades, envolvendo pesquisadores e estudiosos, de forma a se obter novos e importantes conhecimentos no campo da engenharia de custos rodoviários. Ressalta-se ainda que, dentro do próprio Estado do Amazonas, e em muitos casos escassez total de produtos.

Ressalta-se que no Estado do Amazonas existe uma diversidade muito grande nas características geotécnicas de solo para pavimentação, geralmente de baixo suporte, o que torna a construção rodoviária mais cara se comparada aos demais Estados da Federação. Não se pode esquecer que estamos no Estado que é o recordista em preservação ambiental no País, nesse sentido é de primordial importância que se aprofundem os estudos e pesquisas sobre impactos ambientais causados por obras de construções rodoviárias e de infraestrutura de transportes.

## REFERÊNCIAS

ARRIEIRO, Paulo Cesar. **Controles Costrutivos Utilizados em Obras de Reciclagem Profunda**, set/2007. Disponível em: [http://www.pavisan.com.br/info/Controles%20Construtivos\\_Rec](http://www.pavisan.com.br/info/Controles%20Construtivos_Rec). Acesso em: nov. 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 10520: Informação e documentação – Citações em documentos – Apresentação**. Rio de Janeiro: ABNT, 2002.

AZEVEDO, Antonio Carlos S. **Introdução à Engenharia de Custos: fase de investimento**. São Paulo: Editora Pini, 1985.

BARAT, Josef. **O Custo da deficiência: falhas na infr-estrutura comprometem o crescimento do Brasil**. Revista Problemas Brasileiros N. 351. São Paulo: SESCSP, mai/jun 2002.

BATISTA, Cyro de Freitas Nogueira. **Pavimentação Tomo I e II**. Porto Alegre: Globo, 1980.

\_\_\_\_\_, Cyro de Freitas Nogueira. **Pavimentação Tomo III**. Porto Alegre: Globo, 1981.

BORNIA, Antonio Cezar. **Análise gerencial de custos: Aplicação em empresas modernas**. Porto Alegre: Bookman, 2002.

CAIXETA-FILHO, José Vicente e GARMEIRO, Augusto Hauber. **Sistema de Gerenciamento de Transportes: modelagem matemática**. São Paulo: Atlas, 2001.

CATERPILLAR, **Manual de Produção Caterpillar**. Peoria, E.U.A: publicação CAT, 2004.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM – DNER. **Avaliação Objetiva da Superfície de Pavimentos Flexíveis e Semi-rígidos, DNER-PRO 008/94**. Rio de Janeiro, 1994.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM – DNER. **Especificação de Serviço: Pavimentação – sub-base estabilizada granulometricamente. DNER-ES 301/97**. Disponível em: [http://www1.dnit.gov.br/arquivos\\_internet/ipr/ipr\\_new/normas/DNER-ES301-97.pdf](http://www1.dnit.gov.br/arquivos_internet/ipr/ipr_new/normas/DNER-ES301-97.pdf). Acesso em: 18 jan. 2010.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM – DNER. **Especificação de Serviço: Pavimentação – base estabilizada granulometricamente. DNER-ES 303/97**. Disponível em: [http://www1.dnit.gov.br/arquivos\\_internet/ipr/ipr\\_new/normas/DNER-ES303-97.pdf](http://www1.dnit.gov.br/arquivos_internet/ipr/ipr_new/normas/DNER-ES303-97.pdf). Acesso em: 18 jan. 2010.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM – DNER. **Especificação de Serviço: Pavimentação – base estabilizada granulometricamente com utilização de solo laterítico. DNER-ES 378/98**. Disponível em: <http://www.dnit.gov.br/menu/servicos/ipr/produtos/arquivos/DNER-ES378-98.pdf>. Acesso em: 18 jan. 2010.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM – DNER. **Método de Ensaio: Solos – determinação do Índice Suporte Califórnia utilizando amostras não trabalhadas. DNER-ME 049/94**. Disponível em: <http://ipr.dnit.gov.br/normas/DNER-ME049-94.pdf>. Acesso em: 18 jan. 2010.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM – DNER. **Especificação de Serviço: Pavimentação – sub-base estabilizada granulometricamente. DNER-ES 301/97**. Disponível em: [http://www1.dnit.gov.br/arquivos\\_internet/ipr/ipr\\_new/normas/DNER-ES301-97.pdf](http://www1.dnit.gov.br/arquivos_internet/ipr/ipr_new/normas/DNER-ES301-97.pdf). Acesso em: 18 jan. 2010.

DNER/IPR, **Manual de Composição de Custos Rodoviários, Vol I e II**. Rio de Janeiro, 1972.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES – DNIT. **Especificação de Serviço: Terraplenagem – cortes. NORMA DNIT 106/2009**. Disponível em: [http://www.dnit.gov.br/ipr\\_new/normas/arquivos/DNIT106\\_2009\\_ES.pdf](http://www.dnit.gov.br/ipr_new/normas/arquivos/DNIT106_2009_ES.pdf). Acesso em: 18 jan. 2010.

DNIT, **Manual de Composição de Custos Rodoviários, Vol 1: Metodologia e Conceitos**. 3ª ed. Rio de Janeiro, 2003a.

\_\_\_\_\_, **Manual de Composição de Custos Rodoviários, Vol 1 – Tomo 1: Composição de custos unitários de referência: Obras de construção rodoviária**. 3ª ed. Rio de Janeiro, 2003b.

\_\_\_\_\_, **Manual de Composição de Custos Rodoviários, Vol 7: Composição de custos unitários de referência: Obras de restauração rodoviária**. 3ª ed. Rio de Janeiro, 2003c.

\_\_\_\_\_, **Manual de Custos Rodoviários, Vol 3: Composição de custos unitários de atividades auxiliares**. 3ª ed. Rio de Janeiro, 2003d.

DNIT/SICRO2 – **Sistema de Custos Referenciais de Obras**. Disponível em: <http://www1.dnit.gov.br/rodovias/sicro/>. Acesso em: 19 jan. 2010.

\_\_\_\_\_, 3 – **Sistema de Custos Referenciais de Obras**. Disponível em: [http://www.dnit.gov.br/menu/SICRO/sicro/document\\_view](http://www.dnit.gov.br/menu/SICRO/sicro/document_view). Acesso em: 19 jan. 2010.

FLEURY, P.F. **Gestão Estratégica do Transporte**, 2002. Disponível em: <http://www.cel.coppead.ufrj.br/fspublic.htm>. Acesso em: 18 jan. 2010.

FRAENKEL, Benjamin B. **Engenharia Rodoviária**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Dois S.A., 1980.

HIRSCHFELD, Henrique. **Engenharia econômica e análise de custos: aplicações práticas para economistas, engenheiros, analistas de investimentos e administradores**. São Paulo: Ed. Atlas, 1989.

MUDRIK, Chaim. **Caderno de encargos**, 2ª Edição. São Paulo: Edgard Blücher, 2006.

PETROBRAS DISTRIBUIDORA S.A. **Manual de Serviços de Pavimentação**, 1996.

PIMENTA, Carlos R. T. e OLIVEIRA, Márcio P. **Projeto Geométrico de Rodovias**, 2ª Edição. São Carlos/SP: RiMa Editora, 2004.

RICARDO, Hélio de Sousa e CATALANI, Guilherme. **Manual Prático de Escavação: terraplenagem e escavação de rocha**. São Paulo: Editora Pini, 1990.

SENÇO, Wlastermiler de. **Manual de Técnicas de Pavimentação. Volume 1**. São Paulo: Editora Pini, 1997.

\_\_\_\_\_, Wlastermiler de. **Manual de Técnicas de Pavimentação. Volume 2**. São Paulo: Editora Pini, 2001.

\_\_\_\_\_, Wlastermiler de. **Manual de Técnicas de Projetos Rodoviários**. São Paulo: Editora Pini, 2008.

SILVA, Mozart Bezerra da. **Manual de BDI: como incluir benefícios e despesas indiretas em orçamentos de obras de construção civil**. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.

ROESS, Roger P.; PRASSAS, Elena S.; McSHANE, William R. **Traffic Engineering**. Third Edition. New Jersey: Pearson Education, Inc., 2004.

TEXAS PAVEMENT PRESERVATION CENTER – Newsletter. Issue 6/Spring 2007. Disponível em: [http://www.vtexas.edu/research/tppc/newsletter\\_sixthissue.pdr](http://www.vtexas.edu/research/tppc/newsletter_sixthissue.pdr). Acesso em: set. 2009.

TISAKA, Maçahiko. **Orçamento na construção civil: consultoria, projeto e execução**. São Paulo: Ed. Pini, 2006.

VALENTE, Almir Mattar; PASSAGLIA, Eunice; NOVAES, Antônio Galvão. **Gerenciamento de Transporte e Frotas**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003.

VERGARA, Sylvia Constant. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. São Paulo: Atlas, 2004.

ZARUR, Eliane Augusta Bonelli. **“Contribuição a Elaboração de Metodologia de Custos Rodoviários”**, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, Rio de Janeiro, 1985.

ZELAYA, D. **“In Situ Cold Recycling of Bituminous Pavements”**, Tese de Doutorado. California: University of California, USA, 1985.

## APÊNDICE - A

CUSTO DE PROPRIEDADE E OPERAÇÃO					ZONA A&O B	DATA: 20/10/2006
ÍTEM	MODELO DA MÁQUINA	TP	CÓD. MÁQ	PESO MÁQ.	VIDA ÚTIL:	C.T.
	TRATOR DE PNEUS 140hp + GD	1,05		5.800	10	Médio
1.0	PERÍODO ESTIMADO DE PROPRIEDADE (anos)		8,00	Elaborado por:		
2.0	UTILIZAÇÃO ESTIMADA (horas-ano)		1.800,00	Engº Rubelmar de Azevedo Filho		
3.0	UTILIZAÇÃO DE PROPRIEDADE (tot. de horas)		14.400,00	CREA-AM/RR Nº 1.285/D		
4.0	CUSTO HORÁRIO DE PROPRIEDADE					R\$ 9,87
4.1	Preço de entrega (incluindo acessórios)		R\$ 97.000,00			
4.2	Custo de reposição dos pneus		R\$ 10.000,00			
4.3	Preço de entrega menos pneus		R\$ 87.000,00			
4.4	Valor residual na reposição		R\$ 8.990,00	5,73%		
4.5	Valor a ser recuperado através do trabalho		R\$ 78.010,00			
4.6	Custo por hora				R\$ 5,42	
4.7	Custos de juros		1,00%	12,68%	R\$ 3,84	
4.8	Custo do seguro			2,02%	R\$ 0,61	
4.9	Custo do imposto de propriedade			0,00%	R\$ 0,00	
4.10	Valor residual em peso (ferro/aço)		R\$ 1,55	10,33%		
5.0	CUSTO HORÁRIO TOTAL DE OPERAÇÃO DA MÁQUINA					R\$ 61,57
	DISCRIMINAÇÃO		CONSUMO	PREÇO UNIT.	TOTAL	
5.1	<b>Combustível:</b>		19,00	R\$ 1,95	R\$ 37,05	R\$ 37,05
5.2	<b>Lubrificantes:</b>					R\$ 10,25
5.2.1	- Carter		0,080	R\$ 12,22	R\$ 0,98	
5.2.2	- Transmissão		0,030	R\$ 12,22	R\$ 0,37	
5.2.3	- Comandos finais					
5.2.4	- Sistema hidráulico		0,045	R\$ 17,43	R\$ 0,78	
5.2.5	- Graxa		0,232	R\$ 35,00	R\$ 8,12	
5.3	<b>Filtros:</b>					R\$ 0,71
5.3.1	- Motor		250	R\$ 26,00	R\$ 0,10	
5.3.2	- Transmissão		500	R\$ 85,00	R\$ 0,17	
5.3.3	- Hidráulico		500	R\$ 140,00	R\$ 0,28	
5.3.4	- Combustível-primário		1.000	R\$ 45,00	R\$ 0,05	
5.3.5	- Combustível-final		500	R\$ 15,00	R\$ 0,03	
5.3.6	- Ar-primário		1.000	R\$ 80,00	R\$ 0,08	
5.3.7	- Ar-secundário					
5.4	<b>Pneus:</b>					R\$ 4,44
5.4.1	- Dianteiros		2.250	R\$ 3.000,00	R\$ 1,33	
5.4.2	- Traseiros		2.250	R\$ 7.000,00	R\$ 3,11	
5.5	<b>Material rodante:</b>					R\$ 0,00
5.5.1	- Fator Básico do Material Rodante			R\$ 0,00		
5.5.2	- Fator de Impacto "I"		0,00		R\$ 0,00	
5.5.3	- Fator de Abrasão "A"		0,00		R\$ 0,00	
5.5.4	- Fator de Efeito Combinado "Z"		0,00		R\$ 0,00	
5.6	<b>Reserva para reparos :</b>					R\$ 5,50
5.6.1	- Fator básico de reparos			R\$ 5,00		
5.6.2	- Fator de extensão da vida útil		1,10		R\$ 5,50	
5.7	<b>Ítems especiais de desgaste:</b>					R\$ 3,62
5.7.1	- Discos de 24"		1.500	R\$ 3.000,00	R\$ 2,00	
5.7.2	- Raspadores		500	R\$ 600,00	R\$ 1,20	
5.7.3	- Rolamentos		1.000	R\$ 320,00	R\$ 0,32	
5.7.4	- Dentes de caçamba					
5.7.5	- Parafusos					
5.7.6	- Porcas					
5.7.7	- Retentores de garrafas		1.000	R\$ 100,00	R\$ 0,10	
6.0	CUSTO HORÁRIO TOTAL DE PROPRIEDADE E OPERAÇÃO DA MÁQUINA					R\$ 71,45
7.0	SALÁRIO HORÁRIO DO OPERADOR -			J.T. [h/mês]	220	R\$ 6,91
7.1	ENCARGOS SOCIAIS				145,00%	R\$ 10,02
8.0	CUSTO HORÁRIO TOTAL DE P & O DA MÁQUINA ( Produtivo )					R\$ 88,37
9.0	CUSTO HORÁRIO TOTAL DE P & O DA MÁQUINA ( Improdutivo )					R\$ 26,80
10.0	VALOR HORÁRIO TOTAL DE P & O ( Produtivo )			BDI	30,00%	R\$ 114,89
11.0	VALOR HORÁRIO TOTAL DE P & O ( Improdutivo )			BDI	30,00%	R\$ 34,84

## APÊNDICE - B

CUSTO DE PROPRIEDADE E OPERAÇÃO					ZONA A&O B	DATA: 20/10/2006
ÍTEM	MODELO DA MÁQUINA Carreg. de Pneus CAT 924-G	TP 1,05	CÓD. MÁQ	PESO MÁQ. 11.500	VIDA ÚTIL: 9	C.T. Médio
1.0	PERÍODO ESTIMADO DE PROPRIEDADE (anos)		8,00	Elaborado por:		
2.0	UTILIZAÇÃO ESTIMADA (horas-ano)		1.200,00	Eng <sup>o</sup> Rubelmar de Azevedo Filho CREA-AM/RR N° 1.285/D		
3.0	UTILIZAÇÃO DE PROPRIEDADE (tot. de horas)		9.600,00			
4.0	<b>CUSTO HORÁRIO DE PROPRIEDADE</b>					<b>R\$ 57,51</b>
4.1	Preço de entrega (incluindo acessórios)		R\$ 350.000,00			
4.2	Custo de reposição dos pneus		R\$ 11.600,00			
4.3	Preço de entrega menos pneus		R\$ 338.400,00			
4.4	Valor residual na reposição		R\$ 17.825,00	2,33%		
4.5	Valor a ser recuperado através do trabalho		R\$ 320.575,00			
4.6	Custo por hora				R\$ 33,39	
4.7	Custos de juros		1,00%	12,68%	R\$ 20,81	
4.8	Custo do seguro			2,02%	R\$ 3,31	
4.9	Custo do imposto de propriedade			0,00%	R\$ 0,00	
4.10	Valor residual em peso (ferro/aço)		R\$ 1,55	5,27%		
5.0	<b>CUSTO HORÁRIO TOTAL DE OPERAÇÃO DA MÁQUINA</b>					<b>R\$ 66,63</b>
	<b>DISCRIMINAÇÃO</b>		<b>CONSUMO</b>	<b>PREÇO UNIT.</b>	<b>TOTAL</b>	
5.1	<b>Combustível:</b>		13,00	R\$ 1,95	R\$ 25,35	<b>R\$ 25,35</b>
5.2	<b>Lubrificantes:</b>					<b>R\$ 15,19</b>
5.2.1	- Carter		0,080	R\$ 12,22	R\$ 0,98	
5.2.2	- Transmissão		0,030	R\$ 12,22	R\$ 0,37	
5.2.3	- Comandos finais		0,026	R\$ 0,00	R\$ 0,00	
5.2.4	- Sistema hidráulico		0,045	R\$ 17,43	R\$ 0,78	
5.2.5	- Graxa		0,232	R\$ 56,29	R\$ 13,06	
5.3	<b>Filtros:</b>					<b>R\$ 1,46</b>
5.3.1	- Motor		250	R\$ 38,91	R\$ 0,16	
5.3.2	- Transmissão		500	R\$ 173,75	R\$ 0,35	
5.3.3	- Hidráulico		500	R\$ 276,97	R\$ 0,55	
5.3.4	- Combustível-primário		2.000	R\$ 65,33	R\$ 0,03	
5.3.5	- Combustível-final		500	R\$ 83,07	R\$ 0,17	
5.3.6	- Ar-primário		2.000	R\$ 200,19	R\$ 0,10	
5.3.7	- Ar-secundário		1.000	R\$ 100,64	R\$ 0,10	
5.4	<b>Pneus:</b>					<b>R\$ 5,80</b>
5.4.1	- Dianteiros		2.000	R\$ 5.800,00	R\$ 2,90	
5.4.2	- Traseiros		2.000	R\$ 5.800,00	R\$ 2,90	
5.5	<b>Material rodante:</b>					<b>R\$ 0,00</b>
5.5.1	- Fator Básico do Material Rodante			R\$ 0,00		
5.5.2	- Fator de Impacto "I"		0,00		R\$ 0,00	
5.5.3	- Fator de Abrasão "A"		0,00		R\$ 0,00	
5.5.4	- Fator de Efeito Combinado "Z"		0,00		R\$ 0,00	
5.6	<b>Reserva para reparos :</b>					<b>R\$ 12,80</b>
5.6.1	- Fator básico de reparos			R\$ 12,80		
5.6.2	- Fator de extensão da vida útil		1,00		R\$ 12,80	
5.7	<b>Ítems especiais de desgaste:</b>					<b>R\$ 6,04</b>
5.7.1	- Canto de lâmina		500,00	R\$ 1.160,00	R\$ 2,32	
5.7.2	- Borda cortante		500,00	R\$ 720,00	R\$ 1,44	
5.7.3	- Ponta de ripper					
5.7.4	- Dentes de caçamba		500,00	R\$ 635,20	R\$ 1,27	
5.7.5	- Parafusos		500,00	R\$ 142,20	R\$ 0,28	
5.7.6	- Porcas		500,00	R\$ 291,84	R\$ 0,58	
5.7.7	- Retentores de garrafas		500,00	R\$ 70,00	R\$ 0,14	
6.0	<b>CUSTO HORÁRIO TOTAL DE PROPRIEDADE E OPERAÇÃO DA MÁQUINA</b>					<b>R\$ 124,15</b>
7.0	<b>SALÁRIO HORÁRIO DO OPERADOR -</b>			J.T. [h/mês]	220	<b>R\$ 6,91</b>
7.1	<b>ENCARGOS SOCIAIS</b>				145,00%	<b>R\$ 10,02</b>
8.0	<b>CUSTO HORÁRIO TOTAL DE P &amp; O DA MÁQUINA ( Produtivo )</b>					<b>R\$ 141,07</b>
9.0	<b>CUSTO HORÁRIO TOTAL DE P &amp; O DA MÁQUINA ( Improdutivo )</b>					<b>R\$ 74,44</b>
10.0	<b>VALOR HORÁRIO TOTAL DE P &amp; O ( Produtivo )</b>			<b>BDI</b>	<b>30,00%</b>	<b>R\$ 183,40</b>
11.0	<b>VALOR HORÁRIO TOTAL DE P &amp; O ( Improdutivo )</b>			<b>BDI</b>	<b>30,00%</b>	<b>R\$ 96,77</b>

## APÊNDICE - C

CUSTO DE PROPRIEDADE E OPERAÇÃO					ZONA A&O B	DATA: 20/10/2006
ÍTEM	MODELO DA MÁQUINA	TP	CÓD. MÁQ	PESO MÁQ.	VIDA ÚTIL:	C.T.
	Moto-Niveladora. CAT-120H	1,05		12.500	13	Médio
1.0	PERÍODO ESTIMADO DE PROPRIEDADE (anos)		11,00	Elaborado por:		
2.0	UTILIZAÇÃO ESTIMADA (horas-ano)		1.200,00	Engº Rubelmar de Azevedo Filho		
3.0	UTILIZAÇÃO DE PROPRIEDADE (tot. de horas)		13.200,00	CREA-AM/RR Nº 1.285/D		
4.0	CUSTO HORÁRIO DE PROPRIEDADE					R\$ 73,60
4.1	Preço de entrega (incluindo acessórios)		R\$ 530.000,00			
4.2	Custo de reposição dos pneus		R\$ 6.600,00			
4.3	Preço de entrega menos pneus		R\$ 523.400,00			
4.4	Valor residual na reposição		R\$ 19.375,00	3,46%		
4.5	Valor a ser recuperado através do trabalho		R\$ 504.025,00			
4.6	Custo por hora				R\$ 38,18	
4.7	Custos de juros		1,00%	12,68%	R\$ 30,55	
4.8	Custo do seguro			2,02%	R\$ 4,87	
4.9	Custo do imposto de propriedade			0,00%	R\$ 0,00	
4.10	Valor residual em peso (ferro/aço)		R\$ 1,55	3,70%		
5.0	CUSTO HORÁRIO TOTAL DE OPERAÇÃO DA MÁQUINA					R\$ 75,43
	DISCRIMINAÇÃO		CONSUMO	PREÇO UNIT.	TOTAL	
5.1	Combustível:		15,00	R\$ 1,95	R\$ 29,25	R\$ 29,25
5.2	Lubrificantes:					R\$ 26,68
5.2.1	- Carter		0,092	R\$ 12,22	R\$ 1,12	
5.2.2	- Transmissão		0,047	R\$ 12,22	R\$ 0,57	
5.2.3	- Comandos finais		0,049	R\$ 0,00	R\$ 0,00	
5.2.4	- Sistema hidráulico		0,019	R\$ 17,43	R\$ 0,33	
5.2.5	- Graxa		0,438	R\$ 56,29	R\$ 24,66	
5.3	Filtros:			R\$ 0,00		R\$ 0,66
5.3.1	- Motor		250	R\$ 33,35	R\$ 0,13	
5.3.2	- Transmissão		500	R\$ 35,64	R\$ 0,07	
5.3.3	- Hidráulico		500	R\$ 59,40	R\$ 0,12	
5.3.4	- Combustível-primário		2.000	R\$ 65,33	R\$ 0,03	
5.3.5	- Combustível-final		500	R\$ 44,61	R\$ 0,09	
5.3.6	- Ar-primário		2.000	R\$ 149,45	R\$ 0,07	
5.3.7	- Ar-secundário		1.000	R\$ 136,96	R\$ 0,14	
5.4	Pneus:					R\$ 2,93
5.4.1	- Dianteiros		2.250	R\$ 2.200,00	R\$ 0,98	
5.4.2	- Traseiros		2.250	R\$ 4.400,00	R\$ 1,96	
5.5	Material rodante:					R\$ 0,00
5.5.1	- Fator Básico do Material Rodante			R\$ 0,00		
5.5.2	- Fator de Impacto "I"		0,00		R\$ 0,00	
5.5.3	- Fator de Abrasão "A"		0,00		R\$ 0,00	
5.5.4	- Fator de Efeito Combinado "Z"		0,00		R\$ 0,00	
5.6	Reserva para reparos :					R\$ 10,45
5.6.1	- Fator básico de reparos			R\$ 9,50		
5.6.2	- Fator de extensão da vida útil		1,10		R\$ 10,45	
5.7	Itens especiais de desgaste:					R\$ 5,46
5.7.1	- Canto de lâmina		500,00	R\$ 900,00	R\$ 1,80	
5.7.2	- Borda cortante		500,00	R\$ 598,08	R\$ 1,20	
5.7.3	- Ponta de ripper		500,00	R\$ 269,92	R\$ 0,54	
5.7.4	- Dentes de caçamba					
5.7.5	- Parafusos		800,00	R\$ 220,40	R\$ 0,28	
5.7.6	- Porcas		800,00	R\$ 43,20	R\$ 0,05	
5.7.7	- Retentores de garrafas		500,00	R\$ 797,00	R\$ 1,59	
6.0	CUSTO HORÁRIO TOTAL DE PROPRIEDADE E OPERAÇÃO DA MÁQUINA					R\$ 149,04
7.0	SALÁRIO HORÁRIO DO OPERADOR -			J.T. [h/mês]	220	R\$ 6,36
7.1	ENCARGOS SOCIAIS				145,00%	R\$ 9,23
8.0	CUSTO HORÁRIO TOTAL DE P & O DA MÁQUINA ( Produtivo )					R\$ 164,63
9.0	CUSTO HORÁRIO TOTAL DE P & O DA MÁQUINA ( Improdutivo )					R\$ 89,19
10.0	VALOR HORÁRIO TOTAL DE P & O ( Produtivo )			BDI	30,00%	R\$ 214,02
11.0	VALOR HORÁRIO TOTAL DE P & O ( Improdutivo )			BDI	30,00%	R\$ 115,95

## APÊNDICE - D

CUSTO DE PROPRIEDADE E OPERAÇÃO					ZONA A&O B	DATA: 20/10/2006
ÍTEM	MODELO DA MÁQUINA	TP	CÓD. MÁQ	PESO MÁQ.	VIDA ÚTIL:	C.T.
1.0	PERÍODO ESTIMADO DE PROPRIEDADE (anos)	1,05	11,00	14.700	13	Médio
2.0	UTILIZAÇÃO ESTIMADA (horas-ano)		1.200,00			
3.0	UTILIZAÇÃO DE PROPRIEDADE (tot. de horas)		13.200,00			
					Elaborado por: <i>Engº Rubelmar de Azevedo Filho</i> CREA-AM/RR Nº 1.285/D	
4.0	<b>CUSTO HORÁRIO DE PROPRIEDADE</b>					<b>R\$ 97,36</b>
4.1	Preço de entrega (incluindo acessórios)		R\$ 700.000,00			
4.2	Custo de reposição dos pneus		R\$ 8.400,00			
4.3	Preço de entrega menos pneus		R\$ 691.600,00			
4.4	Valor residual na reposição		R\$ 23.940,00	3,46%		
4.5	Valor a ser recuperado através do trabalho		R\$ 667.660,00			
4.6	Custo por hora				R\$ 50,58	
4.7	Custos de juros		1,00%	12,68%	R\$ 40,35	
4.8	Custo do seguro			2,02%	R\$ 6,43	
4.9	Custo do imposto de propriedade			0,00%	R\$ 0,00	
4.10	Valor residual em peso (ferro/aço)		R\$ 1,55	3,29%		
5.0	<b>CUSTO HORÁRIO TOTAL DE OPERAÇÃO DA MÁQUINA</b>					<b>R\$ 86,45</b>
<b>DISCRIMINAÇÃO</b>			<b>CONSUMO</b>	<b>PREÇO UNIT.</b>	<b>TOTAL</b>	
5.1	<b>Combustível:</b>		19,50	R\$ 1,95	R\$ 38,03	<b>R\$ 38,03</b>
5.2	<b>Lubrificantes:</b>					<b>R\$ 26,88</b>
5.2.1	- Carter		0,108	R\$ 12,22	R\$ 1,32	
5.2.2	- Transmissão		0,047	R\$ 12,22	R\$ 0,57	
5.2.3	- Comandos finais		0,065	R\$ 0,00	R\$ 0,00	
5.2.4	- Sistema hidráulico		0,019	R\$ 17,43	R\$ 0,33	
5.2.5	- Graxa		0,438	R\$ 56,29	R\$ 24,66	
5.3	<b>Filtros:</b>					<b>R\$ 0,78</b>
5.3.1	- Motor		250	R\$ 33,55	R\$ 0,13	
5.3.2	- Transmissão		500	R\$ 91,73	R\$ 0,18	
5.3.3	- Hidráulico		500	R\$ 68,27	R\$ 0,14	
5.3.4	- Combustível-primário		2.000	R\$ 24,77	R\$ 0,01	
5.3.5	- Combustível-final		500	R\$ 41,01	R\$ 0,08	
5.3.6	- Ar-primário		2.000	R\$ 178,32	R\$ 0,09	
5.3.7	- Ar-secundário		1.000	R\$ 138,70	R\$ 0,14	
5.4	<b>Pneus:</b>					<b>R\$ 3,73</b>
5.4.1	- Dianteiros		2.250	R\$ 2.800,00	R\$ 1,24	
5.4.2	- Traseiros		2.250	R\$ 5.600,00	R\$ 2,49	
5.5	<b>Material rodante:</b>					<b>R\$ 0,00</b>
5.5.1	- Fator Básico do Material Rodante			R\$ 0,00		
5.5.2	- Fator de Impacto "I"		0,00		R\$ 0,00	
5.5.3	- Fator de Abrasão "A"		0,00		R\$ 0,00	
5.5.4	- Fator de Efeito Combinado "Z"		0,00		R\$ 0,00	
5.6	<b>Reserva para reparos :</b>					<b>R\$ 11,00</b>
5.6.1	- Fator básico de reparos			R\$ 10,00		
5.6.2	- Fator de extensão da vida útil		1,10		R\$ 11,00	
5.7	<b>Ítems especiais de desgaste:</b>					<b>R\$ 6,04</b>
5.7.1	- Canto de lâmina		500,00	R\$ 1.160,00	R\$ 2,32	
5.7.2	- Borda cortante		500,00	R\$ 720,00	R\$ 1,44	
5.7.3	- Ponta de ripper					
5.7.4	- Dentes de caçamba		500,00	R\$ 635,20	R\$ 1,27	
5.7.5	- Parafusos		500,00	R\$ 142,20	R\$ 0,28	
5.7.6	- Porcas		500,00	R\$ 291,84	R\$ 0,58	
5.7.7	- Retentores de garrafas		500,00	R\$ 70,00	R\$ 0,14	
6.0	<b>CUSTO HORÁRIO TOTAL DE PROPRIEDADE E OPERAÇÃO DA MÁQUINA</b>					<b>R\$ 183,81</b>
7.0	<b>SALÁRIO HORÁRIO DO OPERADOR -</b>			J.T. [h/mês]	220	<b>R\$ 6,91</b>
7.1	<b>ENCARGOS SOCIAIS</b>				145,00%	<b>R\$ 10,02</b>
8.0	<b>CUSTO HORÁRIO TOTAL DE P &amp; O DA MÁQUINA ( Produtivo )</b>					<b>R\$ 200,74</b>
9.0	<b>CUSTO HORÁRIO TOTAL DE P &amp; O DA MÁQUINA ( Improdutivo )</b>					<b>R\$ 114,29</b>
10.0	<b>VALOR HORÁRIO TOTAL DE P &amp; O ( Produtivo )</b>			<b>BDI</b>	<b>30,00%</b>	<b>R\$ 260,96</b>
11.0	<b>VALOR HORÁRIO TOTAL DE P &amp; O ( Improdutivo )</b>			<b>BDI</b>	<b>30,00%</b>	<b>R\$ 148,57</b>

## APÊNDICE - E

CUSTO DE PROPRIEDADE E OPERAÇÃO					ZONA A&O B	DATA: 20/10/2006
ÍTEM	MODELO DA MÁQUINA Recicladora CAT - RM 350B	TP 1,05	CÓD. MÁQ	PESO MÁQ. 24.040	VIDA ÚTIL: 10	C.T. Médio
1.0	PERÍODO ESTIMADO DE PROPRIEDADE (anos)		8,00	Elaborado por:		
2.0	UTILIZAÇÃO ESTIMADA (horas-ano)		1.200,00	Engº Rubelmar de Azevedo Filho		
3.0	UTILIZAÇÃO DE PROPRIEDADE (tot. de horas)		9.600,00	CREA-AM/RR Nº 1.285/D		
4.0	<b>CUSTO HORÁRIO DE PROPRIEDADE</b>					<b>R\$ 190,93</b>
4.1	Preço de entrega (incluindo acessórios)		R\$ 1.150.000,00			
4.2	Custo de reposição dos pneus		R\$ 12.800,00			
4.3	Preço de entrega menos pneus		R\$ 1.137.200,00			
4.4	Valor residual na reposição		R\$ 65.130,55	5,73%		
4.5	Valor a ser recuperado através do trabalho		R\$ 1.072.069,45			
4.6	Custo por hora				R\$ 111,67	
4.7	Custos de juros		1,00%	12,68%	R\$ 68,37	
4.8	Custo do seguro			2,02%	R\$ 10,89	
4.9	Custo do imposto de propriedade			0,00%	R\$ 0,00	
4.10	Valor residual em peso (ferro/aço)		R\$ 1,20	2,54%		
5.0	<b>CUSTO HORÁRIO TOTAL DE OPERAÇÃO DA MÁQUINA</b>					<b>R\$ 338,00</b>
	<b>DISCRIMINAÇÃO</b>		<b>CONSUMO</b>	<b>PREÇO UNIT.</b>	<b>TOTAL</b>	
5.1	<b>Combustível:</b>		75,50	R\$ 1,95	R\$ 147,23	<b>R\$ 147,23</b>
5.2	<b>Lubrificantes:</b>					<b>R\$ 38,63</b>
5.2.1	- Carter		0,108	R\$ 12,22	R\$ 1,32	
5.2.2	- Transmissão		0,140	R\$ 12,22	R\$ 1,71	
5.2.3	- Comandos finais		0,080	R\$ 0,00	R\$ 0,00	
5.2.4	- Sistema hidráulico		0,066	R\$ 17,43	R\$ 1,15	
5.2.5	- Graxa		0,612	R\$ 56,29	R\$ 34,45	
5.3	<b>Filtros:</b>					<b>R\$ 0,66</b>
5.3.1	- Motor		250	R\$ 33,35	R\$ 0,13	
5.3.2	- Transmissão		500	R\$ 35,64	R\$ 0,07	
5.3.3	- Hidráulico		500	R\$ 59,40	R\$ 0,12	
5.3.4	- Combustível-primário		2.000	R\$ 65,33	R\$ 0,03	
5.3.5	- Combustível-final		500	R\$ 44,61	R\$ 0,09	
5.3.6	- Ar-primário		2.000	R\$ 149,45	R\$ 0,07	
5.3.7	- Ar-secundário		1.000	R\$ 136,96	R\$ 0,14	
5.4	<b>Pneus:</b>					<b>R\$ 5,69</b>
5.4.1	- Dianteiros		2.250	R\$ 6.400,00	R\$ 2,84	
5.4.2	- Traseiros		2.250	R\$ 6.400,00	R\$ 2,84	
5.5	<b>Material rodante:</b>					<b>R\$ 0,00</b>
5.5.1	- Fator Básico do Material Rodante			R\$ 0,00		
5.5.2	- Fator de Impacto "I"		0,00		R\$ 0,00	
5.5.3	- Fator de Abrasão "A"		0,00		R\$ 0,00	
5.5.4	- Fator de Efeito Combinado "Z"		0,00		R\$ 0,00	
5.6	<b>Reserva para reparos :</b>					<b>R\$ 27,00</b>
5.6.1	- Fator básico de reparos			R\$ 27,00		
5.6.2	- Fator de extensão da vida útil		1,00		R\$ 27,00	
5.7	<b>Ítems especiais de desgaste:</b>					<b>R\$ 118,80</b>
5.7.1	- Bites do tambor		0,050	R\$ 2.376,00	R\$ 118,80	
5.7.2						
5.7.3						
5.7.4						
5.7.5						
5.7.6						
5.7.7						
6.0	<b>CUSTO HORÁRIO TOTAL DE PROPRIEDADE E OPERAÇÃO DA MÁQUINA</b>					<b>R\$ 528,93</b>
7.0	<b>SALÁRIO HORÁRIO DO OPERADOR -</b>			J.T. [h/mês]	220	<b>R\$ 6,91</b>
7.1	<b>ENCARGOS SOCIAIS</b>				145,00%	<b>R\$ 10,02</b>
8.0	<b>CUSTO HORÁRIO TOTAL DE P &amp; O DA MÁQUINA ( Produtivo )</b>					<b>R\$ 545,86</b>
9.0	<b>CUSTO HORÁRIO TOTAL DE P &amp; O DA MÁQUINA ( Improdutivo )</b>					<b>R\$ 207,86</b>
10.0	<b>VALOR HORÁRIO TOTAL DE P &amp; O ( Produtivo )</b>			<b>BDI</b>	<b>30,00%</b>	<b>R\$ 709,62</b>
11.0	<b>VALOR HORÁRIO TOTAL DE P &amp; O ( Improdutivo )</b>			<b>BDI</b>	<b>30,00%</b>	<b>R\$ 270,21</b>

## APÊNDICE - F

CUSTO DE PROPRIEDADE E OPERAÇÃO					ZONA A&O B	DATA: 20/10/2006
ÍTEM	MODELO DA MÁQUINA ESCAVADEIRA CAT 320-CL	TE 0,95	CÓD. MÁQ	PESO MÁQ. 21.550	VIDA ÚTIL: 8	C.T. Médio
1.0	PERÍODO ESTIMADO DE PROPRIEDADE (anos)		7,00	Elaborado por:		
2.0	UTILIZAÇÃO ESTIMADA (horas-ano)		1.500,00	Engº Rubelmar de Azevedo Filho CREA-AM/RR Nº 1.285/D		
3.0	UTILIZAÇÃO DE PROPRIEDADE (tot. de horas)		10.500,00			
4.0	<b>CUSTO HORÁRIO DE PROPRIEDADE</b>					<b>R\$ 88,29</b>
4.1	Preço de entrega (incluindo acessórios)		R\$ 600.000,00			
4.2	Custo de reposição dos pneus		R\$ 0,00			
4.3	Preço de entrega menos pneus		R\$ 600.000,00			
4.4	Valor residual na reposição		R\$ 25.860,00	2,64%		
4.5	Valor a ser recuperado através do trabalho		R\$ 574.140,00			
4.6	Custo por hora				R\$ 54,68	
4.7	Custos de juros		1,00%	12,68%	R\$ 28,99	
4.8	Custo do seguro			2,02%	R\$ 4,62	
4.9	Custo do imposto de propriedade			0,00%	R\$ 0,00	
4.10	Valor residual em peso (ferro/aço)		R\$ 1,20	4,31%		
5.0	<b>CUSTO HORÁRIO TOTAL DE OPERAÇÃO DA MÁQUINA</b>					<b>R\$ 60,61</b>
	<b>DISCRIMINAÇÃO</b>		<b>CONSUMO</b>	<b>PREÇO UNIT.</b>	<b>TOTAL</b>	
5.1	<b>Combustível:</b>		14,00	R\$ 1,95	R\$ 27,30	<b>R\$ 27,30</b>
5.2	<b>Lubrificantes:</b>					<b>R\$ 13,20</b>
5.2.1	- Carter		0,060	R\$ 12,22	R\$ 0,73	
5.2.2	- Transmissão		0,030	R\$ 12,22	R\$ 0,37	
5.2.3	- Comandos finais		0,020	R\$ 0,00	R\$ 0,00	
5.2.4	- Sistema hidráulico		0,100	R\$ 17,43	R\$ 1,74	
5.2.5	- Graxa		0,184	R\$ 56,29	R\$ 10,36	
5.3	<b>Filtros:</b>					<b>R\$ 0,70</b>
5.3.1	- Motor		250	R\$ 66,14	R\$ 0,26	
5.3.2	- Transmissão		500	R\$ 0,00	R\$ 0,00	
5.3.3	- Hidráulico		500	R\$ 57,72	R\$ 0,12	
5.3.4	- Combustível-primário		2.000	R\$ 65,33	R\$ 0,03	
5.3.5	- Combustível-final		500	R\$ 44,61	R\$ 0,09	
5.3.6	- Ar-primário		2.000	R\$ 149,67	R\$ 0,07	
5.3.7	- Ar-secundário		1.000	R\$ 119,63	R\$ 0,12	
5.4	<b>Pneus:</b>					<b>R\$ 0,00</b>
5.4.1	- Dianteiros			R\$ 0,00	R\$ 0,00	
5.4.2	- Traseiros			R\$ 0,00	R\$ 0,00	
5.5	<b>Material rodante:</b>					<b>R\$ 6,66</b>
5.5.1	- Fator Básico do Material Rodante			R\$ 7,40		
5.5.2	- Fator de Impacto "I"		0,20		R\$ 1,48	
5.5.3	- Fator de Abrasão "A"		0,20		R\$ 1,48	
5.5.4	- Fator de Efeito Combinado "Z"		0,50		R\$ 3,70	
5.6	<b>Reserva para reparos :</b>					<b>R\$ 7,15</b>
5.6.1	- Fator básico de reparos			R\$ 6,50		
5.6.2	- Fator de extensão da vida útil		1,10		R\$ 7,15	
5.7	<b>Ítems especiais de desgaste:</b>					<b>R\$ 5,61</b>
5.7.1	- Canto de lâmina		800,00	R\$ 940,00	R\$ 1,18	
5.7.2	- Borda cortante		800,00	R\$ 1.200,00	R\$ 1,50	
5.7.3	- Ponta de ripper					
5.7.4	- Dentes de caçamba		500,00	R\$ 759,66	R\$ 1,52	
5.7.5	- Travas		500,00	R\$ 106,50	R\$ 0,21	
5.7.6	- Porcas					
5.7.7	- Retentores de garrafas		500,00	R\$ 600,00	R\$ 1,20	
6.0	<b>CUSTO HORÁRIO TOTAL DE PROPRIEDADE E OPERAÇÃO DA MÁQUINA</b>					<b>R\$ 148,90</b>
7.0	<b>SALÁRIO HORÁRIO DO OPERADOR -</b>			<b>J.T. [h/mês]</b>	<b>220</b>	<b>R\$ 6,91</b>
7.1	<b>ENCARGOS SOCIAIS</b>				<b>145,00%</b>	<b>R\$ 10,02</b>
8.0	<b>CUSTO HORÁRIO TOTAL DE P &amp; O DA MÁQUINA ( Produtivo )</b>					<b>R\$ 165,83</b>
9.0	<b>CUSTO HORÁRIO TOTAL DE P &amp; O DA MÁQUINA ( Improdutivo )</b>					<b>R\$ 105,21</b>
10.0	<b>VALOR HORÁRIO TOTAL DE P &amp; O ( Produtivo )</b>			<b>BDI</b>	<b>30,00%</b>	<b>R\$ 215,57</b>
11.0	<b>VALOR HORÁRIO TOTAL DE P &amp; O ( Improdutivo )</b>			<b>BDI</b>	<b>30,00%</b>	<b>R\$ 136,78</b>

## APÊNDICE - G

CUSTO DE PROPRIEDADE E OPERAÇÃO					ZONA A&O B	DATA: 20/10/2006
ÍTEM	MODELO DA MÁQUINA Escavadeira CAT 330-CL	TE 0,95	CÓD. MÁQ	PESO MÁQ. 33.730	VIDA ÚTIL: 8	C.T. Médio
1.0	PERÍODO ESTIMADO DE PROPRIEDADE (anos)		7,00	Elaborado por:		
2.0	UTILIZAÇÃO ESTIMADA (horas-ano)		1.500,00	Engº Rubelmar de Azevedo Filho		
3.0	UTILIZAÇÃO DE PROPRIEDADE (tot. de horas)		10.500,00	CREA- AM/RR Nº 1.285/D		
4.0	CUSTO HORÁRIO DE PROPRIEDADE					R\$ 185,20
4.1	Preço de entrega (incluindo acessórios)		R\$ 1.250.000,00			
4.2	Custo de reposição dos pneus		R\$ 0,00			
4.3	Preço de entrega menos pneus		R\$ 1.250.000,00			
4.4	Valor residual na reposição		R\$ 40.476,00	2,64%		
4.5	Valor a ser recuperado através do trabalho		R\$ 1.209.524,00			
4.6	Custo por hora				R\$ 115,19	
4.7	Custos de juros		1,00%	12,68%	R\$ 60,39	
4.8	Custo do seguro			2,02%	R\$ 9,62	
4.9	Custo do imposto de propriedade			0,00%	R\$ 0,00	
4.10	Valor residual em peso (ferro/aço)		R\$ 1,20	3,24%		
5.0	CUSTO HORÁRIO TOTAL DE OPERAÇÃO DA MÁQUINA					R\$ 106,02
	DISCRIMINAÇÃO		CONSUMO	PREÇO UNIT.	TOTAL	
5.1	Combustível:		27,00	R\$ 1,95	R\$ 52,65	R\$ 52,65
5.2	Lubrificantes:					R\$ 31,38
5.2.1	- Carter		0,120	R\$ 12,22	R\$ 1,47	
5.2.2	- Transmissão		0,030	R\$ 12,22	R\$ 0,37	
5.2.3	- Comandos finais		0,030	R\$ 0,00	R\$ 0,00	
5.2.4	- Sistema hidráulico		0,200	R\$ 17,43	R\$ 3,49	
5.2.5	- Graxa		0,463	R\$ 56,29	R\$ 26,06	
5.3	Filtros:					R\$ 0,70
5.3.1	- Motor		250	R\$ 66,14	R\$ 0,26	
5.3.2	- Transmissão		500	R\$ 0,00	R\$ 0,00	
5.3.3	- Hidráulico		500	R\$ 57,72	R\$ 0,12	
5.3.4	- Combustível-primário		2.000	R\$ 65,33	R\$ 0,03	
5.3.5	- Combustível-final		500	R\$ 44,61	R\$ 0,09	
5.3.6	- Ar-primário		2.000	R\$ 149,67	R\$ 0,07	
5.3.7	- Ar-secundário		1.000	R\$ 119,63	R\$ 0,12	
5.4	Pneus:					R\$ 0,00
5.4.1	- Dianteiros			R\$ 0,00	R\$ 0,00	
5.4.2	- Traseiros			R\$ 0,00	R\$ 0,00	
5.5	Material rodante:					R\$ 6,66
5.5.1	- Fator Básico do Material Rodante			R\$ 7,40		
5.5.2	- Fator de Impacto "I"		0,20		R\$ 1,48	
5.5.3	- Fator de Abrasão "A"		0,20		R\$ 1,48	
5.5.4	- Fator de Efeito Combinado "Z"		0,50		R\$ 3,70	
5.6	Reserva para reparos :					R\$ 7,15
5.6.1	- Fator básico de reparos			R\$ 6,50		
5.6.2	- Fator de extensão da vida útil		1,10		R\$ 7,15	
5.7	Itens especiais de desgaste :					R\$ 7,48
5.7.1	- Canto de lâmina		800,00	R\$ 1.340,00	R\$ 1,68	
5.7.2	- Borda cortante		800,00	R\$ 1.800,00	R\$ 2,25	
5.7.3	- Ponta de ripper					
5.7.4	- Dentes de caçamba		500,00	R\$ 903,66	R\$ 1,81	
5.7.5	- Travas		500,00	R\$ 154,50	R\$ 0,31	
5.7.6	- Porcas					
5.7.7	- Retentores de garrafas		500,00	R\$ 720,00	R\$ 1,44	
6.0	CUSTO HORÁRIO TOTAL DE PROPRIEDADE E OPERAÇÃO DA MÁQUINA					R\$ 291,22
7.0	SALÁRIO HORÁRIO DO OPERADOR -			J.T. [h/mês]	220	R\$ 6,36
7.1	ENCARGOS SOCIAIS				145,00%	R\$ 9,23
8.0	CUSTO HORÁRIO TOTAL DE P & O DA MÁQUINA ( Produtivo )					R\$ 306,81
9.0	CUSTO HORÁRIO TOTAL DE P & O DA MÁQUINA ( Improdutivo )					R\$ 200,80
10.0	VALOR HORÁRIO TOTAL DE P & O ( Produtivo )			BDI	30,00%	R\$ 398,86
11.0	VALOR HORÁRIO TOTAL DE P & O ( Improdutivo )			BDI	30,00%	R\$ 261,03

## APÊNDICE - H

CUSTO DE PROPRIEDADE E OPERAÇÃO					ZONA A&O B	DATA: 20/10/2006
ÍTEM	MODELO DA MÁQUINA Trator de Esteira CAT D6-N	TE 0,95	CÓD. MÁQ	PESO MÁQ. 16.200	VIDA ÚTIL: 10	C.T. Médio
1.0	PERÍODO ESTIMADO DE PROPRIEDADE (anos)		8,00	Elaborado por:		
2.0	UTILIZAÇÃO ESTIMADA (horas-ano)		1.200,00	Eng <sup>o</sup> Rubelmar de Azevedo Filho CREA-AM/RR N <sup>o</sup> 1.285/D		
3.0	UTILIZAÇÃO DE PROPRIEDADE (tot. de horas)		9.600,00			
4.0	<b>CUSTO HORÁRIO DE PROPRIEDADE</b>					<b>R\$ 119,58</b>
4.1	Preço de entrega (incluindo acessórios)		R\$ 700.000,00			
4.2	Custo de reposição dos pneus		R\$ 0,00			
4.3	Preço de entrega menos pneus		R\$ 700.000,00			
4.4	Valor residual na reposição		R\$ 36.272,73	5,18%		
4.5	Valor a ser recuperado através do trabalho		R\$ 663.727,27			
4.6	Custo por hora				R\$ 69,14	
4.7	Custos de juros		1,05%	13,35%	R\$ 43,82	
4.8	Custo do seguro			2,02%	R\$ 6,63	
4.9	Custo do imposto de propriedade			0,00%	R\$ 0,00	
4.10	Valor residual em peso (ferro/aço)		R\$ 1,55	3,59%		
5.0	<b>CUSTO HORÁRIO TOTAL DE OPERAÇÃO DA MÁQUINA</b>					<b>R\$ 68,92</b>
<b>DISCRIMINAÇÃO</b>			<b>CONSUMO</b>	<b>PREÇO UNIT.</b>	<b>TOTAL</b>	
5.1	<b>Combustível:</b>		18,00	R\$ 1,95	R\$ 35,10	<b>R\$ 35,10</b>
5.2	<b>Lubrificantes:</b>					<b>R\$ 6,63</b>
5.2.1	- Carter		0,108	R\$ 12,22	R\$ 1,32	
5.2.2	- Transmissão		0,095	R\$ 12,22	R\$ 1,16	
5.2.3	- Comandos finais		0,038	R\$ 0,00	R\$ 0,00	
5.2.4	- Sistema hidráulico		0,025	R\$ 17,43	R\$ 0,44	
5.2.5	- Graxa		0,066	R\$ 56,29	R\$ 3,72	
5.3	<b>Filtros:</b>					<b>R\$ 1,31</b>
5.3.1	- Motor		250	R\$ 41,95	R\$ 0,17	
5.3.2	- Transmissão		500	R\$ 243,43	R\$ 0,49	
5.3.3	- Hidráulico		500	R\$ 115,22	R\$ 0,23	
5.3.4	- Combustível-primário		2.000	R\$ 107,43	R\$ 0,05	
5.3.5	- Combustível-final		500	R\$ 74,50	R\$ 0,15	
5.3.6	- Ar-primário		2.000	R\$ 156,00	R\$ 0,08	
5.3.7	- Ar-secundário		1.000	R\$ 146,12	R\$ 0,15	
5.4	<b>Pneus:</b>					<b>R\$ 0,00</b>
5.4.1	- Dianteiros			R\$ 0,00	R\$ 0,00	
5.4.2	- Traseiros			R\$ 0,00	R\$ 0,00	
5.5	<b>Material rodante:</b>					<b>R\$ 11,16</b>
5.5.1	- Fator Básico do Material Rodante			R\$ 12,40		
5.5.2	- Fator de Impacto "I"		0,20		R\$ 2,48	
5.5.3	- Fator de Abrasão "A"		0,20		R\$ 2,48	
5.5.4	- Fator de Efeito Combinado "Z"		0,50		R\$ 6,20	
5.6	<b>Reserva para reparos :</b>					<b>R\$ 11,50</b>
5.6.1	- Fator básico de reparos			R\$ 11,50		
5.6.2	- Fator de extensão da vida útil		1,00		R\$ 11,50	
5.7	<b>Ítems especiais de desgaste:</b>					<b>R\$ 3,22</b>
5.7.1	- Canto de lâmina					
5.7.2	- Bordas cortantes		800,00	R\$ 964,00	R\$ 1,21	
5.7.3	- Ponta de ripper		500,00	R\$ 697,38	R\$ 1,39	
5.7.4	- Dentes de caçamba					
5.7.5	- Parafusos		800,00	R\$ 279,36	R\$ 0,35	
5.7.6	- Porcas		800,00	R\$ 115,52	R\$ 0,14	
5.7.7	- Retentores de garrafas		250,00	R\$ 32,00	R\$ 0,13	
6.0	<b>CUSTO HORÁRIO TOTAL DE PROPRIEDADE E OPERAÇÃO DA MÁQUINA</b>					<b>R\$ 188,51</b>
7.0	<b>SALÁRIO HORÁRIO DO OPERADOR -</b>			J.T. [h/mês]	220	<b>R\$ 6,91</b>
7.1	<b>ENCARGOS SOCIAIS</b>				145,00%	<b>R\$ 10,02</b>
8.0	<b>CUSTO HORÁRIO TOTAL DE P &amp; O DA MÁQUINA ( Produtivo )</b>					<b>R\$ 205,44</b>
9.0	<b>CUSTO HORÁRIO TOTAL DE P &amp; O DA MÁQUINA ( Improdutivo )</b>					<b>R\$ 136,51</b>
10.0	<b>VALOR HORÁRIO TOTAL DE P &amp; O ( Produtivo )</b>			<b>BDI</b>	<b>30,00%</b>	<b>R\$ 267,07</b>
11.0	<b>VALOR HORÁRIO TOTAL DE P &amp; O ( Improdutivo )</b>			<b>BDI</b>	<b>30,00%</b>	<b>R\$ 177,46</b>

## APÊNDICE - I

CUSTO DE PROPRIEDADE E OPERAÇÃO					ZONA A&O B	DATA: 20/10/2006
ÍTEM	MODELO DA MÁQUINA Rolo Comp. Liso CS 536-E	TP 1,05	CÓD. MÁQ	PESO MÁQ. 9.080	VIDA ÚTIL: 7	C.T. Médio
1.0	PERÍODO ESTIMADO DE PROPRIEDADE (anos)		6,00	Elaborado por:		
2.0	UTILIZAÇÃO ESTIMADA (horas-ano)		1.200,00	Engº Rubelmar de Azevedo Filho CREA-AM/RR Nº 1.285/D		
3.0	UTILIZAÇÃO DE PROPRIEDADE (tot. de horas)		7.200,00			
4.0	<b>CUSTO HORÁRIO DE PROPRIEDADE</b>					<b>R\$ 64,72</b>
4.1	Preço de entrega (incluindo acessórios)		R\$ 320.000,00			
4.2	Custo de reposição dos pneus		R\$ 4.600,00			
4.3	Preço de entrega menos pneus		R\$ 315.400,00			
4.4	Valor residual na reposição		R\$ 14.074,00	3,75%		
4.5	Valor a ser recuperado através do trabalho		R\$ 301.326,00			
4.6	Custo por hora				R\$ 41,85	
4.7	Custos de juros		1,00%	12,68%	R\$ 19,73	
4.8	Custo do seguro			2,02%	R\$ 3,14	
4.9	Custo do imposto de propriedade			0,00%	R\$ 0,00	
4.10	Valor residual em peso (ferro/aço)		R\$ 1,55	4,46%		
5.0	<b>CUSTO HORÁRIO TOTAL DE OPERAÇÃO DA MÁQUINA</b>					<b>R\$ 63,47</b>
	<b>DISCRIMINAÇÃO</b>		<b>CONSUMO</b>	<b>PREÇO UNIT.</b>	<b>TOTAL</b>	
5.1	<b>Combustível:</b>		14,00	R\$ 1,95	R\$ 27,30	<b>R\$ 27,30</b>
5.2	<b>Lubrificantes:</b>					<b>R\$ 25,91</b>
5.2.1	- Carter		0,076	R\$ 12,22	R\$ 0,93	
5.2.2	- Transmissão		0,039	R\$ 12,22	R\$ 0,48	
5.2.3	- Comandos finais					
5.2.4	- Sistema hidráulico		0,011	R\$ 17,43	R\$ 0,19	
5.2.5	- Graxa		0,432	R\$ 56,29	R\$ 24,32	
5.3	<b>Filtros:</b>					<b>R\$ 1,46</b>
5.3.1	- Motor		250	R\$ 38,91	R\$ 0,16	
5.3.2	- Transmissão		500	R\$ 173,75	R\$ 0,35	
5.3.3	- Hidráulico		500	R\$ 276,97	R\$ 0,55	
5.3.4	- Combustível-primário		2.000	R\$ 65,33	R\$ 0,03	
5.3.5	- Combustível-final		500	R\$ 83,07	R\$ 0,17	
5.3.6	- Ar-primário		2.000	R\$ 200,19	R\$ 0,10	
5.3.7	- Ar-secundário		1.000	R\$ 100,64	R\$ 0,10	
5.4	<b>Pneus:</b>					<b>R\$ 2,30</b>
5.4.1	- Dianteiros					
5.4.2	- Traseiros		2.000	R\$ 4.600,00	R\$ 2,30	
5.5	<b>Material rodante:</b>					<b>R\$ 0,00</b>
5.5.1	- Fator Básico do Material Rodante			R\$ 0,00		
5.5.2	- Fator de Impacto "I"		0,00		R\$ 0,00	
5.5.3	- Fator de Abrasão "A"		0,00		R\$ 0,00	
5.5.4	- Fator de Efeito Combinado "Z"		0,00		R\$ 0,00	
5.6	<b>Reserva para reparos :</b>					<b>R\$ 6,50</b>
5.6.1	- Fator básico de reparos			R\$ 6,50		
5.6.2	- Fator de extensão da vida útil		1,00		R\$ 6,50	
5.7	<b>Ítems especiais de desgaste:</b>					<b>R\$ 0,00</b>
5.7.1	- Bordas cortantes					
5.7.2	- Lâminas					
5.7.3	- Ponta de ripper					
5.7.4	- Dentes de caçamba					
5.7.5	- Parafusos					
5.7.6	- Porcas					
5.7.7	- Retentores de garrafas					
6.0	<b>CUSTO HORÁRIO TOTAL DE PROPRIEDADE E OPERAÇÃO DA MÁQUINA</b>					<b>R\$ 128,19</b>
7.0	<b>SALÁRIO HORÁRIO DO OPERADOR -</b>			J.T. [h/mês]	220	<b>R\$ 6,91</b>
7.1	<b>ENCARGOS SOCIAIS</b>				145,00%	<b>R\$ 10,02</b>
8.0	<b>CUSTO HORÁRIO TOTAL DE P &amp; O DA MÁQUINA ( Produtivo )</b>					<b>R\$ 145,12</b>
9.0	<b>CUSTO HORÁRIO TOTAL DE P &amp; O DA MÁQUINA ( Improdutivo )</b>					<b>R\$ 81,65</b>
10.0	<b>VALOR HORÁRIO TOTAL DE P &amp; O ( Produtivo )</b>			BDI	30,00%	<b>R\$ 188,66</b>
11.0	<b>VALOR HORÁRIO TOTAL DE P &amp; O ( Improdutivo )</b>			BDI	30,00%	<b>R\$ 106,14</b>

## APÊNDICE - J

CUSTO DE PROPRIEDADE E OPERAÇÃO					ZONA A&O B	DATA: 20/10/2006
ÍTEM	MODELO DA MÁQUINA	TP	CÓD. MÁQ	PESO MÁQ.	VIDA ÚTIL:	C.T.
	Rolo Comp. de Patas CP 533-E	1,05		9.480	7	Médio
1.0	PERÍODO ESTIMADO DE PROPRIEDADE (anos)		6,00	Elaborado por:		
2.0	UTILIZAÇÃO ESTIMADA (horas-ano)		1.200,00	Engº Rubelmar de Azevedo Filho		
3.0	UTILIZAÇÃO DE PROPRIEDADE (tot. de horas)		7.200,00	CREA-AM/RR Nº 1.285/D		
4.0	<b>CUSTO HORÁRIO DE PROPRIEDADE</b>					<b>R\$ 67,82</b>
4.1	Preço de entrega (incluindo acessórios)		R\$ 330.000,00			
4.2	Custo de reposição dos pneus		R\$ 4.600,00			
4.3	Preço de entrega menos pneus		R\$ 325.400,00			
4.4	Valor residual na reposição		R\$ 14.694,00	3,75%		
4.5	Valor a ser recuperado através do trabalho		R\$ 310.706,00			
4.6	Custo por hora				R\$ 43,15	
4.7	Custos de juros		1,05%	13,35%	R\$ 21,42	
4.8	Custo do seguro			2,02%	R\$ 3,24	
4.9	Custo do imposto de propriedade			0,00%	R\$ 0,00	
4.10	Valor residual em peso (ferro/aço)		R\$ 1,55	4,52%		
5.0	<b>CUSTO HORÁRIO TOTAL DE OPERAÇÃO DA MÁQUINA</b>					<b>R\$ 63,47</b>
	<b>DISCRIMINAÇÃO</b>		<b>CONSUMO</b>	<b>PREÇO UNIT.</b>	<b>TOTAL</b>	
5.1	<b>Combustível:</b>		14,00	R\$ 1,95	R\$ 27,30	<b>R\$ 27,30</b>
5.2	<b>Lubrificantes:</b>					<b>R\$ 25,91</b>
5.2.1	- Carter		0,076	R\$ 12,22	R\$ 0,93	
5.2.2	- Transmissão		0,039	R\$ 12,22	R\$ 0,48	
5.2.3	- Comandos finais		0,000	R\$ 0,00	R\$ 0,00	
5.2.4	- Sistema hidráulico		0,011	R\$ 17,43	R\$ 0,19	
5.2.5	- Graxa		0,432	R\$ 56,29	R\$ 24,32	
5.3	<b>Filtros:</b>					<b>R\$ 1,46</b>
5.3.1	- Motor		250	R\$ 38,91	R\$ 0,16	
5.3.2	- Transmissão		500	R\$ 173,75	R\$ 0,35	
5.3.3	- Hidráulico		500	R\$ 276,97	R\$ 0,55	
5.3.4	- Combustível-primário		2.000	R\$ 65,33	R\$ 0,03	
5.3.5	- Combustível-final		500	R\$ 83,07	R\$ 0,17	
5.3.6	- Ar-primário		2.000	R\$ 200,19	R\$ 0,10	
5.3.7	- Ar-secundário		1.000	R\$ 100,64	R\$ 0,10	
5.4	<b>Pneus:</b>		0			<b>R\$ 2,30</b>
5.4.1	- Dianteiros					
5.4.2	- Traseiros		2.000	R\$ 4.600,00	R\$ 2,30	
5.5	<b>Material rodante:</b>					<b>R\$ 0,00</b>
5.5.1	- Fator Básico do Material Rodante			R\$ 0,00		
5.5.2	- Fator de Impacto "I"		0,00		R\$ 0,00	
5.5.3	- Fator de Abrasão "A"		0,00		R\$ 0,00	
5.5.4	- Fator de Efeito Combinado "Z"		0,00		R\$ 0,00	
5.6	<b>Reserva para reparos :</b>					<b>R\$ 6,50</b>
5.6.1	- Fator básico de reparos			R\$ 6,50		
5.6.2	- Fator de extensão da vida útil		1,00		R\$ 6,50	
5.7	<b>Ítems especiais de desgaste:</b>					<b>R\$ 0,00</b>
5.7.1	- Bordas cortantes					
5.7.2	- Lâminas					
5.7.3	- Ponta de ripper					
5.7.4	- Dentes de caçamba					
5.7.5	- Parafusos					
5.7.6	- Porcas					
5.7.7	- Retenedores de garrafas					
6.0	<b>CUSTO HORÁRIO TOTAL DE PROPRIEDADE E OPERAÇÃO DA MÁQUINA</b>					<b>R\$ 131,29</b>
7.0	<b>SALÁRIO HORÁRIO DO OPERADOR -</b>			J.T. [h/mês]	220	<b>R\$ 6,91</b>
7.1	<b>ENCARGOS SOCIAIS</b>				145,00%	<b>R\$ 10,02</b>
8.0	<b>CUSTO HORÁRIO TOTAL DE P &amp; O DA MÁQUINA ( Produtivo )</b>					<b>R\$ 148,21</b>
9.0	<b>CUSTO HORÁRIO TOTAL DE P &amp; O DA MÁQUINA ( Improdutivo )</b>					<b>R\$ 84,74</b>
10.0	<b>VALOR HORÁRIO TOTAL DE P &amp; O ( Produtivo )</b>			BDI	30,00%	<b>R\$ 192,68</b>
11.0	<b>VALOR HORÁRIO TOTAL DE P &amp; O ( Improdutivo )</b>			BDI	30,00%	<b>R\$ 110,17</b>

## APÊNDICE - K

CUSTO DE PROPRIEDADE E OPERAÇÃO					ZONA A&O B	DATA: 20/10/2006
ÍTEM	MODELO DA MÁQUINA COMPAC. DE PNEUS PS 290-B	TP 1,05	CÓD. MÁQ	PESO MÁQ. 8.500	VIDA ÚTIL: 10	C.T. Médio
1.0	PERÍODO ESTIMADO DE PROPRIEDADE (anos)		9,00	Elaborado por:		
2.0	UTILIZAÇÃO ESTIMADA (horas-ano)		1.200,00	Engº Rubelmar de Azevedo Filho CREA-AM/RR Nº 1.285/D		
3.0	UTILIZAÇÃO DE PROPRIEDADE (tot. de horas)		10.800,00			
4.0	<b>CUSTO HORÁRIO DE PROPRIEDADE</b>					<b>R\$ 58,49</b>
4.1	Preço de entrega (incluindo acessórios)		R\$ 380.000,00			
4.2	Custo de reposição dos pneus		R\$ 17.500,00			
4.3	Preço de entrega menos pneus		R\$ 362.500,00			
4.4	Valor residual na reposição		R\$ 10.200,00	1,91%		
4.5	Valor a ser recuperado através do trabalho		R\$ 352.300,00			
4.6	Custo por hora				R\$ 32,62	
4.7	Custos de juros		1,00%	12,68%	R\$ 22,31	
4.8	Custo do seguro			2,02%	R\$ 3,55	
4.9	Custo do imposto de propriedade			0,00%	R\$ 0,00	
4.10	Valor residual em peso (ferro/aço)		R\$ 1,20	2,81%		
5.0	<b>CUSTO HORÁRIO TOTAL DE OPERAÇÃO DA MÁQUINA</b>					<b>R\$ 69,60</b>
	<b>DISCRIMINAÇÃO</b>		<b>CONSUMO</b>	<b>PREÇO UNIT.</b>	<b>TOTAL</b>	
5.1	<b>Combustível:</b>		13,50	R\$ 1,95	R\$ 26,33	<b>R\$ 26,33</b>
5.2	<b>Lubrificantes:</b>					<b>R\$ 25,91</b>
5.2.1	- Carter		0,076	R\$ 12,22	R\$ 0,93	
5.2.2	- Transmissão		0,039	R\$ 12,22	R\$ 0,48	
5.2.3	- Comandos finais		0,018	R\$ 0,00	R\$ 0,00	
5.2.4	- Sistema hidráulico		0,011	R\$ 17,43	R\$ 0,19	
5.2.5	- Graxa		0,432	R\$ 56,29	R\$ 24,32	
5.3	<b>Filtros:</b>					<b>R\$ 1,46</b>
5.3.1	- Motor		250	R\$ 38,91	R\$ 0,16	
5.3.2	- Transmissão		500	R\$ 173,75	R\$ 0,35	
5.3.3	- Hidráulico		500	R\$ 276,97	R\$ 0,55	
5.3.4	- Combustível-primário		2.000	R\$ 65,33	R\$ 0,03	
5.3.5	- Combustível-final		500	R\$ 83,07	R\$ 0,17	
5.3.6	- Ar-primário		2.000	R\$ 200,19	R\$ 0,10	
5.3.7	- Ar-secundário		1.000	R\$ 100,64	R\$ 0,10	
5.4	<b>Pneus:</b>					<b>R\$ 8,75</b>
5.4.1	- Dianteiros		2.000	R\$ 7.500,00	R\$ 3,75	
5.4.2	- Traseiros		2.000	R\$ 10.000,00	R\$ 5,00	
5.5	<b>Material rodante:</b>					<b>R\$ 0,00</b>
5.5.1	- Fator Básico do Material Rodante			R\$ 0,00		
5.5.2	- Fator de Impacto "I"		0,00		R\$ 0,00	
5.5.3	- Fator de Abrasão "A"		0,00		R\$ 0,00	
5.5.4	- Fator de Efeito Combinado "Z"		0,00		R\$ 0,00	
5.6	<b>Reserva para reparos :</b>					<b>R\$ 7,15</b>
5.6.1	- Fator básico de reparos			R\$ 6,50		
5.6.2	- Fator de extensão da vida útil		1,10		R\$ 7,15	
5.7	<b>Ítems especiais de desgaste:</b>					<b>R\$ 0,00</b>
5.7.1	- Bordas cortantes					
5.7.2	- Lâminas					
5.7.3	- Ponta de ripper					
5.7.4	- Dentes de caçamba					
5.7.5	- Parafusos					
5.7.6	- Porcas					
5.7.7	- Retentores de garrafas					
6.0	<b>CUSTO HORÁRIO TOTAL DE PROPRIEDADE E OPERAÇÃO DA MÁQUINA</b>					<b>R\$ 128,08</b>
7.0	<b>SALÁRIO HORÁRIO DO OPERADOR -</b>			J.T. [h/mês]	220	<b>R\$ 6,91</b>
7.1	<b>ENCARGOS SOCIAIS</b>				145,00%	<b>R\$ 10,02</b>
8.0	<b>CUSTO HORÁRIO TOTAL DE P &amp; O DA MÁQUINA ( Produtivo )</b>					<b>R\$ 145,01</b>
9.0	<b>CUSTO HORÁRIO TOTAL DE P &amp; O DA MÁQUINA ( Improdutivo )</b>					<b>R\$ 75,41</b>
10.0	<b>VALOR HORÁRIO TOTAL DE P &amp; O ( Produtivo )</b>			BDI	30,00%	<b>R\$ 188,51</b>
11.0	<b>VALOR HORÁRIO TOTAL DE P &amp; O ( Improdutivo )</b>			BDI	30,00%	<b>R\$ 98,04</b>

## APÊNDICE - L

CUSTO DE PROPRIEDADE E OPERAÇÃO					ZONA A&O B	DATA: 20/10/2006
ÍTEM	MODELO DA MÁQUINA	TP	CÓD. MÁQ	PESO MÁQ.	VIDA ÚTIL:	C.T.
	CAMINHÃO BASCULANTE 10 m³	1,05		8.340	9	Médio
1.0	PERÍODO ESTIMADO DE PROPRIEDADE (anos)		8,00	Elaborado por:		
2.0	UTILIZAÇÃO ESTIMADA (horas-ano)		2.000,00	Engº Rubelmar de Azevedo Filho		
3.0	UTILIZAÇÃO DE PROPRIEDADE (tot. de horas)		16.000,00	CREA-AM/RR Nº 1.285/D		
4.0	<b>CUSTO HORÁRIO DE PROPRIEDADE</b>					<b>R\$ 18,80</b>
4.1	Preço de entrega (incluindo acessórios)		R\$ 185.000,00			
4.2	Custo de reposição dos pneus		R\$ 11.500,00			
4.3	Preço de entrega menos pneus		R\$ 173.500,00			
4.4	Valor residual na reposição		R\$ 10.008,00	2,33%		
4.5	Valor a ser recuperado através do trabalho		R\$ 163.492,00			
4.6	Custo por hora				R\$ 10,22	
4.7	Custos de juros		1,00%	12,68%	R\$ 6,60	
4.8	Custo do seguro			2,02%	R\$ 1,05	
4.9	Custo do imposto de propriedade			1,80%	R\$ 0,94	
4.10	Valor residual em peso (ferro/aço)		R\$ 1,20	5,77%		
5.0	<b>CUSTO HORÁRIO TOTAL DE OPERAÇÃO DA MÁQUINA</b>					<b>R\$ 62,12</b>
	<b>DISCRIMINAÇÃO</b>		<b>CONSUMO</b>	<b>PREÇO UNIT.</b>	<b>TOTAL</b>	
5.1	<b>Combustível:</b>		24,50	R\$ 1,95	R\$ 47,78	<b>R\$ 47,78</b>
5.2	<b>Lubrificantes:</b>					<b>R\$ 3,72</b>
5.2.1	- Carter		0,060	R\$ 12,22	R\$ 0,73	
5.2.2	- Transmissão		0,030	R\$ 12,22	R\$ 0,37	
5.2.3	- Comandos finais		0,000	R\$ 0,00	R\$ 0,00	
5.2.4	- Sistema hidráulico		0,060	R\$ 17,43	R\$ 1,05	
5.2.5	- Graxa		0,045	R\$ 35,00	R\$ 1,58	
5.3	<b>Filtros:</b>					<b>R\$ 0,31</b>
5.3.1	- Motor		250	R\$ 25,00	R\$ 0,10	
5.3.2	- Transmissão		500	R\$ 0,00	R\$ 0,00	
5.3.3	- Hidráulico		500	R\$ 38,00	R\$ 0,08	
5.3.4	- Combustível-primário		1.000	R\$ 45,00	R\$ 0,05	
5.3.5	- Combustível-final		500	R\$ 15,00	R\$ 0,03	
5.3.6	- Ar-primário		1.000	R\$ 60,00	R\$ 0,06	
5.3.7	- Ar-secundário					
5.4	<b>Pneus:</b>					<b>R\$ 1,92</b>
5.4.1	- Dianteiros		6.000,00	R\$ 1.900,00	R\$ 0,32	
5.4.2	- Traseiros		6.000,00	R\$ 9.600,00	R\$ 1,60	
5.5	<b>Material rodante:</b>					<b>R\$ 0,00</b>
5.5.1	- Fator Básico do Material Rodante			R\$ 0,00		
5.5.2	- Fator de Impacto "I"		0,00		R\$ 0,00	
5.5.3	- Fator de Abrasão "A"		0,00		R\$ 0,00	
5.5.4	- Fator de Efeito Combinado "Z"		0,00		R\$ 0,00	
5.6	<b>Reserva para reparos :</b>					<b>R\$ 7,80</b>
5.6.1	- Fator básico de reparos			R\$ 6,00		
5.6.2	- Fator de extensão da vida útil		1,30		R\$ 7,80	
5.7	<b>Ítems especiais de desgaste:</b>					<b>R\$ 0,60</b>
5.7.1	- Canto de lâmina					
5.7.2	- Borda cortante					
5.7.3	- Ponta de ripper					
5.7.4	- Dentes de caçamba					
5.7.5	- Travas					
5.7.6	- Porcas					
5.7.7	- Retentores de garrafas		500,00	R\$ 300,00	R\$ 0,60	
6.0	<b>CUSTO HORÁRIO TOTAL DE PROPRIEDADE E OPERAÇÃO DA MÁQUINA</b>					<b>R\$ 80,93</b>
7.0	<b>SALÁRIO HORÁRIO DO OPERADOR -</b>			J.T. [h/mês]	220	<b>R\$ 6,91</b>
7.1	<b>ENCARGOS SOCIAIS</b>				145,00%	<b>R\$ 10,02</b>
8.0	<b>CUSTO HORÁRIO TOTAL DE P &amp; O DA MÁQUINA ( Produtivo )</b>					<b>R\$ 97,86</b>
9.0	<b>CUSTO HORÁRIO TOTAL DE P &amp; O DA MÁQUINA ( Improdutivo )</b>					<b>R\$ 35,73</b>
10.0	<b>VALOR HORÁRIO TOTAL DE P &amp; O ( Produtivo )</b>			BDI	30,00%	<b>R\$ 127,21</b>
11.0	<b>VALOR HORÁRIO TOTAL DE P &amp; O ( Improdutivo )</b>			BDI	30,00%	<b>R\$ 46,45</b>

## APÊNDICE - M

CUSTO DE PROPRIEDADE E OPERAÇÃO					ZONA A&O B	DATA: 20/10/2006
ÍTEM	MODELO DA MÁQUINA CAMINHÃO PIPA 10.000 l	TP 1,05	CÓD. MÁQ	PESO MÁQ. 9.500	VIDA ÚTIL: 10	C.T. Médio
1.0	PERÍODO ESTIMADO DE PROPRIEDADE (anos)		8,00	Elaborado por:		
2.0	UTILIZAÇÃO ESTIMADA (horas-ano)		2.000,00	Eng <sup>o</sup> Rubelmar de Azevedo Filho CREA-AM/RR N° 1.285/D		
3.0	UTILIZAÇÃO DE PROPRIEDADE (tot. de horas)		16.000,00			
4.0	<b>CUSTO HORÁRIO DE PROPRIEDADE</b>					<b>R\$ 24,39</b>
4.1	Preço de entrega (incluindo acessórios)		R\$ 238.000,00			
4.2	Custo de reposição dos pneus		R\$ 11.500,00			
4.3	Preço de entrega menos pneus		R\$ 226.500,00			
4.4	Valor residual na reposição		R\$ 12.972,27	5,73%		
4.5	Valor a ser recuperado através do trabalho		R\$ 213.527,73			
4.6	Custo por hora				R\$ 13,35	
4.7	Custos de juros		1,00%	12,68%	R\$ 8,49	
4.8	Custo do seguro			2,02%	R\$ 1,35	
4.9	Custo do imposto de propriedade			1,80%	R\$ 1,20	
4.10	Valor residual em peso (ferro/aço)		R\$ 1,20	5,03%		
5.0	<b>CUSTO HORÁRIO TOTAL DE OPERAÇÃO DA MÁQUINA</b>					<b>R\$ 65,60</b>
	<b>DISCRIMINAÇÃO</b>		<b>CONSUMO</b>	<b>PREÇO UNIT.</b>	<b>TOTAL</b>	
5.1	<b>Combustível:</b>		26,50	R\$ 1,95	R\$ 51,68	<b>R\$ 51,68</b>
5.2	<b>Lubrificantes:</b>					<b>R\$ 3,72</b>
5.2.1	- Carter		0,060	R\$ 12,22	R\$ 0,73	
5.2.2	- Transmissão		0,030	R\$ 12,22	R\$ 0,37	
5.2.3	- Comandos finais		0,000	R\$ 0,00	R\$ 0,00	
5.2.4	- Sistema hidráulico		0,060	R\$ 17,43	R\$ 1,05	
5.2.5	- Graxa		0,045	R\$ 35,00	R\$ 1,58	
5.3	<b>Filtros:</b>					<b>R\$ 0,31</b>
5.3.1	- Motor		250	R\$ 25,00	R\$ 0,10	
5.3.2	- Transmissão		500	R\$ 0,00	R\$ 0,00	
5.3.3	- Hidráulico		500	R\$ 38,00	R\$ 0,08	
5.3.4	- Combustível-primário		1.000	R\$ 45,00	R\$ 0,05	
5.3.5	- Combustível-final		500	R\$ 15,00	R\$ 0,03	
5.3.6	- Ar-primário		1.000	R\$ 60,00	R\$ 0,06	
5.3.7	- Ar-secundário					
5.4	<b>Pneus:</b>					<b>R\$ 2,09</b>
5.4.1	- Dianteiros		5.500,00	R\$ 1.900,00	R\$ 0,35	
5.4.2	- Traseiros		5.500,00	R\$ 9.600,00	R\$ 1,75	
5.5	<b>Material rodante:</b>					<b>R\$ 0,00</b>
5.5.1	- Fator Básico do Material Rodante			R\$ 0,00		
5.5.2	- Fator de Impacto "I"		0,00		R\$ 0,00	
5.5.3	- Fator de Abrasão "A"		0,00		R\$ 0,00	
5.5.4	- Fator de Efeito Combinado "Z"		0,00		R\$ 0,00	
5.6	<b>Reserva para reparos :</b>					<b>R\$ 7,80</b>
5.6.1	- Fator básico de reparos			R\$ 6,00		
5.6.2	- Fator de extensão da vida útil		1,30		R\$ 7,80	
5.7	<b>Ítems especiais de desgaste:</b>					<b>R\$ 0,00</b>
5.7.1	- Canto de lâmina					
5.7.2	- Borda cortante					
5.7.3	- Ponta de ripper					
5.7.4	- Dentes de caçamba					
5.7.5	- Travas					
5.7.6	- Porcas					
5.7.7	- Retentores de garrafas					
6.0	<b>CUSTO HORÁRIO TOTAL DE PROPRIEDADE E OPERAÇÃO DA MÁQUINA</b>					<b>R\$ 89,99</b>
7.0	<b>SALÁRIO HORÁRIO DO OPERADOR -</b>			J.T. [h/mês]	220	<b>R\$ 6,91</b>
7.1	<b>ENCARGOS SOCIAIS</b>				145,00%	<b>R\$ 10,02</b>
8.0	<b>CUSTO HORÁRIO TOTAL DE P &amp; O DA MÁQUINA ( Produtivo )</b>					<b>R\$ 106,92</b>
9.0	<b>CUSTO HORÁRIO TOTAL DE P &amp; O DA MÁQUINA ( Improdutivo )</b>					<b>R\$ 41,32</b>
10.0	<b>VALOR HORÁRIO TOTAL DE P &amp; O ( Produtivo )</b>			BDI	30,00%	<b>R\$ 138,99</b>
11.0	<b>VALOR HORÁRIO TOTAL DE P &amp; O ( Improdutivo )</b>			BDI	30,00%	<b>R\$ 53,71</b>

## APÊNDICE - N

<b>PRODUÇÕES DE EQUIPES MECÂNICAS</b>							
SERVIÇO: ESCAVAÇÃO, CARGA E TRANSP. DE MAT. 1ª CAT. - C/ EH-330 - DMT = 1000 m.							<b>CÓDIGO</b>
OBRA: RESTAURAÇÃO DA RODOVIA AM-010							
Local: MUNICÍPIO DE ITACOATIARA				Techo: RIO URUBÚ / ITACOATIARA			
CONTRATANTE:							
EXECUTORA:						DATA:	UNIDADE:
R. T.:	Engº Rubelmar Maia de Azevedo Cruz Filho			CREA-AM/RR Nº	1.285/D	20-nov-06	m³/h
R E F	VARIÁVEIS INTERVENIENTES	U N D	E Q U I P A M E N T O S				
			EH CAT 330 C 243 hp	MN - CAT 120 H 125 hp	Caminhão Basc. 14m³ 235 kw		
a	Afastamento						
b	Capacidade	m³ ou t	1,50		14,00		
c	Consumo	l/m³					
d	Quantidade						
e	Diâmetro						
f	Distância	m		200,00	1.000,00		
g	Espaçamento						
h	Espessura	m		0,05			
i	Fator de Carga	adm	0,90		0,90		
j	Fator de Conversão	adm	0,77		0,77		
k	Fator de Eficiência	adm	0,75	0,75	0,75		
l	Largura Nominal			3,55			
m	Largura Útil	m		3,55			
n	Largura de Superposição	m		0,20			
o	Largura de Operação	m		3,35			
p	Número de Passadas	un.		4,00			
q	Profundidade						
r	Tempo Fixo (C. D e M.)	min		0,70	2,81		
s	Tempo de Ida	min		1,74	3,85		
t	Tempo de Retorno	min		1,74	1,82		
u	Tempo Total de Ciclo	min	0,27	4,18	8,47		
v	Velocidade Média de Ida	m/min		115,00	260,00		
w	Velocidade Média de Retorno	m/min		115,00	550,00		
F Ó R M U L A S			P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>		
PRODUÇÃO HORÁRIA			173,00	1.804,00	52,00		
NÚMERO DE UNIDADES			1	1	4		
UTILIZAÇÃO PRODUTIVA			1,00	0,10	3,33		
UTILIZAÇÃO IMPRODUTIVA			0,00	0,90	0,67		
PRODUÇÃO DA EQUIPE							173,00
F Ó R M U L A S			O B S E R V A Ç Õ E S :				
$P_1 = \frac{60 \times b \times i \times j \times k}{u}$			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Comprimento do caminhão basculante de 15 m³ = 12 m.</li> <li>- Distância entre caminhões na fila = 3 m.</li> <li>- Distância total = 15 m. (Valor utilizado para o cálculo da distância "f")</li> <li>- f = distância total x o número de unidades de veículos calculado.</li> <li>- A distância de trabalho da motoniveladora é correspondente à distância da pista ao centro geométrico da jazida, que no caso específico, é igual a 200 m.</li> </ul>				
$P_2 = \frac{60 \times f \times k \times o}{p \times u}$							
$P_3 = \frac{60 \times b \times i \times j \times k}{u}$							

## APÊNDICE - O

PRODUÇÕES DE EQUIPES MECÂNICAS							
SERVIÇO: ESCAVAÇÃO, CARGA E TRANSP. DE MATERIAL DE 1ª CAT. - DMT = 1000							CÓDIGO
OBRA: RESTAURAÇÃO DA RODOVIA AM-010							
Local: MUNICÍPIO DE ITACOATIARA				Techo: RIO URUBÚ / ITACOATIARA			
CONTRATANTE:							
EXECUTORA:						DATA:	UNIDADE:
R. T.:	Engº Rubelmar Maia de Azevedo Cruz Filho			CREA-AM/RR Nº	1.285/D	20-nov-06	m³/h
R E F	VARIÁVEIS INTERVENIENTES	U N D	E Q U I P A M E N T O S				
			TE - CAT D6-N 140 hp	CP - CAT 924 G 110 hp	MN - CAT 120 H 140 hp	Caminhão Basc. 14m³ 235 kw	
a	Afastamento						
b	Capacidade	m³	5,40	3,10		14,00	
c	Consumo	l/m³					
d	Quantidade						
e	Diâmetro						
f	Distância	m	30,00		200,00	1.000,00	
g	Espaçamento						
h	Espessura	m			0,05		
i	Fator de Carga	adm	0,90	0,90		0,90	
j	Fator de Conversão	adm	0,77	0,77		0,77	
k	Fator de Eficiência	adm	0,92	0,83	0,92	0,92	
l	Largura Nominal				3,55		
m	Largura Útil	m			3,55		
n	Largura de Superposição	m			0,20		
o	Largura de Operação	m			3,35		
p	Número de Passadas	un.			4,00		
q	Profundidade						
r	Tempo Fixo (C. D e M.)	min	0,13		0,70	2,05	
s	Tempo de Ida	min	0,67		1,43	0,26	
t	Tempo de Retorno	min	0,35		1,43	0,55	
u	Tempo Total de Ciclo	min	1,15	0,48	3,56	2,86	
v	Velocidade Média de Ida	m/min	45,00		140,00	260,00	
w	Velocidade Média de Retorno	m/min	86,00		140,00	550,00	
F Ó R M U L A S			P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>	
PRODUÇÃO HORÁRIA			180,00	224,00	2.590,00	187,00	
NÚMERO DE UNIDADES			2	1	1	2	
UTILIZAÇÃO PRODUTIVA			1,24	1,00	0,09	1,20	
UTILIZAÇÃO IMPRODUTIVA			0,76	0,00	0,91	0,80	
PRODUÇÃO DA EQUIPE							224,00
F Ó R M U L A S			O B S E R V A Ç Õ E S :				
$P_1 = \frac{60 \times b \times i \times j \times k}{u}$							
$P_2 = \frac{60 \times b \times i \times j \times k}{u}$							
$P_3 = \frac{60 \times f \times k \times o}{p \times u}$							
$P_4 = \frac{60 \times b \times i \times j \times k}{u}$							

## APÊNDICE - P

<b>PRODUÇÕES DE EQUIPES MECÂNICAS</b>							
SERVIÇO: ESCAVAÇÃO, CARGA E TRANSP. DE MAT. 1ª CAT. - C/ EH-320 - DMT = 2000 m.							<b>CÓDIGO</b>
OBRA: RESTAURAÇÃO DA RODOVIA AM-010							
Local: MUNICÍPIO DE ITACOATIARA				Techo: RIO URUBÚ / ITACOATIARA			
CONTRATANTE:							
EXECUTORA:						DATA:	UNIDADE:
R. T.:	Engº Rubelmar Maia de Azevedo Cruz Filho			CREA-AM/RR Nº	1.285/D	20-nov-06	m³/h
R E F	VARIÁVEIS INTERVENIENTES	U N D	E Q U I P A M E N T O S				
			EH CAT 320 C 138 hp	MN - CAT 120 H 125 hp	Caminhão Basc. 14m³ 235 kw		
a	Afastamento						
b	Capacidade	m³ ou t	1,50		14,00		
c	Consumo	l/m³					
d	Quantidade						
e	Diâmetro						
f	Distância	m		200,00	1.000,00		
g	Espaçamento						
h	Espessura	m		0,05			
i	Fator de Carga	adm	0,90		0,90		
j	Fator de Conversão	adm	0,77		0,77		
k	Fator de Eficiência	adm	0,92	0,92	0,92		
l	Largura Nominal			3,55			
m	Largura Útil	m		3,55			
n	Largura de Superposição	m		0,20			
o	Largura de Operação	m		3,35			
p	Número de Passadas	un.		4,00			
q	Profundidade						
r	Tempo Fixo (C. D e M.)	min		0,70	2,81		
s	Tempo de Ida	min		1,43	0,26		
t	Tempo de Retorno	min		1,43	0,55		
u	Tempo Total de Ciclo	min	0,21	3,56	3,62		
v	Velocidade Média de Ida	m/min		140,00	260,00		
w	Velocidade Média de Retorno	m/min		140,00	550,00		
F Ó R M U L A S			P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>		
PRODUÇÃO HORÁRIA			272,00	2.590,00	147,00		
NÚMERO DE UNIDADES			1	1	2		
UTILIZAÇÃO PRODUTIVA			1,00	0,11	1,85		
UTILIZAÇÃO IMPRODUTIVA			0,00	0,89	0,15		
PRODUÇÃO DA EQUIPE						272,00	
F Ó R M U L A S			O B S E R V A Ç Õ E S :				
$P_1 = \frac{60 \times b \times i \times j \times k}{u}$			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Comprimento do caminhão basculante de 15 m³ = 12 m.</li> <li>- Distância entre caminhões na fila = 3 m.</li> <li>- Distância total = 15 m. (Valor utilizado para o cálculo da distância "f")</li> <li>- f = distância total x o número de unidades de veículos calculado.</li> <li>- A distância de trabalho da motoniveladora é correspondente à distância da pista ao centro geométrico da jazida, que no caso específico, é igual a 200 m.</li> </ul>				
$P_2 = \frac{60 \times f \times k \times o}{p \times u}$							
$P_3 = \frac{60 \times b \times i \times j \times k}{u}$							

## APÊNDICE - Q

<b>PRODUÇÕES DE EQUIPES MECÂNICAS</b>								
SERVIÇO: SUB-BASE DE SOLO ESTABILIZADO GRANUL. S/ MISTURA -DNIT							CÓDIGO	
OBRA: RESTAURAÇÃO DA RODOVIA AM-010							5S0220000	
Local: MUNICÍPIO DE ITACOATIARA				Techo: RIO URUBÚ / ITACOATIARA				
CONTRATANTE:								
CONTRATADA:							DATA:	
R. T.:	Engº Rubelmar Maia de Azevedo Cruz Filho			CREA-AM/RR Nº	1.285/D	20-nov-06	UNIDADE: m³/h	
R E F	VARIÁVEIS INTERVENIENTES	U N D	E Q U I P A M E N T O S					
			Rolo CP CP 533-E 145 hp	MN - CAT 140H 185 hp	Trator de Pneus 140 hp+GD	CB - MB 15 m³ 228 hp	CP - MB 10.000 ℓ 228 hp	CPn - CAT PS 290-B 105 hp
a	Afastamento							
b	Capacidade	I				15,00	10.000,00	
c	Consumo	l/m³				1,84	53,00	
d	Quantidade							
e	Diâmetro							
f	Distância	m		300,00			5.000,00	
g	Espaçamento							
h	Espessura	m	0,20	0,20	0,20			0,20
i	Fator de Carga	adm						
j	Fator de Conversão	adm						
k	Fator de Eficiência	adm	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83
l	Largura Nominal		2,13	3,55	2,65			
m	Largura Útil	m	2,13	3,55	2,65			
n	Largura de Superposição	m	0,20	0,20	0,20			
o	Largura de Operação	m	1,93	3,35	2,45			1,94
p	Número de Passadas	un.	8,00	8,00	6,00			6,00
q	Profundidade							
r	Tempo Fixo (C. D e M.)	min		0,25		3,60	40,00	
s	Tempo de Ida	min		2,73			10,00	
t	Tempo de Retorno	min		2,73			10,00	
u	Tempo Total de Ciclo	min		5,70		3,60	60,00	
v	Velocidade Média de Ida	m/mni	70,00	110,00	80,00		500,00	67,00
w	Velocidade Média de Retorno	m/min	70,00	110,00	80,00		500,00	
F Ó R M U L A S			P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>	P <sub>5</sub>	P <sub>6</sub>
PRODUÇÃO HORÁRIA			169,00	220,00	327,00	113,00	157,00	217,00
NÚMERO DE UNIDADES			1	1	1	2	2	1
UTILIZAÇÃO PRODUTIVA			1,00	0,77	0,52	1,50	1,08	0,78
UTILIZAÇÃO IMPRODUTIVA			0,00	0,23	0,48	0,50	0,92	0,22
PRODUÇÃO DA EQUIPE								169,00
F Ó R M U L A S			O B S E R V A Ç Õ E S :					
$P_1 = \frac{60 \times h \times k \times o \times v}{p}$			- ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO: DNER-ES-301					
$P_2 = \frac{60 \times f \times h \times k \times o}{p \times u}$								
$P_3 = \frac{60 \times h \times k \times o \times v}{p}$								
$P_4 = \frac{60 \times b \times k}{c \times u}$								
$P_5 = \frac{60 \times b \times k}{c \times u}$								
$P_6 = \frac{60 \times h \times k \times m \times v}{p}$								

## APÊNDICE - R

<b>PRODUÇÕES DE EQUIPES MECÂNICAS</b>								
SERVIÇO: SUB-BASE ESTABILIZADA GRANULOMETRICAMENTE SEM MISTURA - Recicladora							<b>CÓDIGO</b>	
OBRA: RESTAURAÇÃO DA RODOVIA AM-010								
Local: MUNICÍPIO DE ITACOATIARA				Techo: RIO URUBÚ / ITACOATIARA				
CONTRATANTE:								
EXECUTORA:						DATA:	UNIDADE:	
R. T.:	Engº Rubelmar Maia de Azevedo Cruz Filho			CREA-AM/RR Nº	1.285/D	20-nov-06	m³/h	
R E F	VARIÁVEIS INTERVENIENTES	U N D	E Q U I P A M E N T O S					
			RP - CAT RM 350 B 500 HP	MN - CAT 140H 185 hp	Rolo CP CP 536-E 145 hp	CPn - CAT PS 290-B 105 hp	CP - MB 10.000 ℓ 228 hp	
a	Afastamento							
b	Capacidade	l					10.000,00	
c	Consumo	l/m³					40,00	
d	Quantidade							
e	Diâmetro							
f	Distância	m	200,00	200,00			4.000,00	
g	Espaçamento							
h	Espessura	m	0,20	0,20	0,20	0,20		
i	Fator de Carga	adm						
j	Fator de Conversão	adm						
k	Fator de Eficiência	adm	0,92	0,92	0,83	0,83	0,67	
l	Largura Nominal		2,44	3,55	2,13	1,90		
m	Largura Útil	m	2,44	3,43	2,13	1,90		
n	Largura de Superposição	m	0,10	0,20	0,20	0,20		
o	Largura de Operação	m	2,34	3,23	1,93	1,70		
p	Número de Passadas	un.	2,00	4,00	6,00	5,00		
q	Profundidade							
r	Tempo Fixo (C. D e M.)	min	0,00	0,50			25,00	
s	Tempo de Ida	min	5,71	2,11			7,27	
t	Tempo de Retorno	min		2,11			6,67	
u	Tempo Total de Ciclo	min	5,71	4,71			38,94	
v	Velocidade Média de Ida	m/min	35,00	95,00	55,00	55,00	550,00	
w	Velocidade Média de Retorno	m/min		95,00			600,00	
F Ó R M U L A S			P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>	P <sub>5</sub>	
PRODUÇÃO HORÁRIA			450,00	377,00	177,00	187,00	257,00	
NÚMERO DE UNIDADES			1	1	3	3	2	
UTILIZAÇÃO PRODUTIVA			0,84	1,00	2,13	2,02	1,47	
UTILIZAÇÃO IMPRODUTIVA			0,16	0,00	0,87	0,98	0,53	
PRODUÇÃO DA EQUIPE							<b>377,00</b>	
F Ó R M U L A S			O B S E R V A Ç Õ E S :					
$P_1 = \frac{60 \times f \times h \times k \times o}{p \times u}$			- ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO: DNER-ES-301  - O Equipamento reciclador de pavimentos RM 350B foi equipado com tambor específico para solos, uma vez que trabalhou-se somente com solos de 1ª categoria para a estabilização da sub-base.  - Observou-se que não havia necessidade de trabalhar com o rolo liso, uma vez que a sub-base ainda receberia a camada de base acima desta e como forma de melhorar a aderência entre as camadas optou-se somente em utilizar-se para a compactação os rolos de patas e o de pneus.					
$P_2 = \frac{60 \times f \times h \times k \times o}{p \times u}$								
$P_3 = \frac{60 \times h \times k \times o \times v}{p}$								
$P_4 = \frac{60 \times h \times k \times o \times v}{p}$								
$P_5 = \frac{60 \times b \times k}{c \times u}$								

## APÊNDICE - S

<b>PRODUÇÕES DE EQUIPES MECÂNICAS</b>								
SERVIÇO: <b>BASE DE SOLO ESTABILIZADO GRANULOMETRICAMENTE SEM MISTURA - DNIT</b>						CÓDIGO		
OBRA: <b>RESTAURAÇÃO DA RODOVIA AM-010</b>						5S0220001		
Local: <b>MUNICÍPIO DE ITACOATIARA</b>			Techo: <b>RIO URUBÚ / ITACOATIARA</b>					
CONTRATANTE:								
CONTRATADA:						DATA:	UNIDADE:	
R. T.:	<b>Engº Rubelmar Maia de Azevedo Cruz Filho</b>			CREA-AM/RR Nº	1.285/D	20-nov-06	m³/h	
R E F	VARIÁVEIS INTERVENIENTES	U N D	E Q U I P A M E N T O S					
			Rolo CP CP 533-E 145 hp	MN - CAT 140H 185 hp	Trator de Pneus 140 hp+GD	CB - MB 15 m³ 228 hp	CP - MB 10.000 ℓ 160 hp	CPn - CAT PS 290-B 105 hp
a	Afastamento							
b	Capacidade	l				15,00	10.000,00	
c	Consumo	l/m³				1,84	53,00	
d	Quantidade							
e	Diâmetro							
f	Distância	m		300,00			5.000,00	
g	Espaçamento							
h	Espessura	m	0,20	0,20	0,20			0,20
i	Fator de Carga	adm						
j	Fator de Conversão	adm						
k	Fator de Eficiência	adm	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83
l	Largura Nominal		2,13	3,55	2,65			
m	Largura Útil	m	2,13	3,55	2,65			
n	Largura de Superposição	m	0,20	0,20	0,20			
o	Largura de Operação	m	1,93	3,35	2,45			1,94
p	Número de Passadas	un.	8,00	8,00	6,00			6,00
q	Profundidade							
r	Tempo Fixo (C. D e M.)	min		0,25		3,60	40,00	
s	Tempo de Ida	min		2,73			10,00	
t	Tempo de Retorno	min		2,73			10,00	
u	Tempo Total de Ciclo	min		5,70		3,60	60,00	
v	Velocidade Média de Ida	m/mni	70,00	110,00	80,00		500,00	67,00
w	Velocidade Média de Retorno	m/min	70,00	110,00	80,00		500,00	
F Ó R M U L A S			P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>	P <sub>5</sub>	P <sub>6</sub>
PRODUÇÃO HORÁRIA			169,00	220,00	327,00	113,00	157,00	217,00
NÚMERO DE UNIDADES			1	1	1	2	2	1
UTILIZAÇÃO PRODUTIVA			1,00	0,77	0,52	1,50	1,08	0,78
UTILIZAÇÃO IMPRODUTIVA			0,00	0,23	0,48	0,50	0,92	0,22
PRODUÇÃO DA EQUIPE								169,00
F Ó R M U L A S			O B S E R V A Ç Õ E S :					
$P_1 = \frac{60 \times h \times k \times o \times v}{p}$			- ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO: DNER-ES-303					
$P_2 = \frac{60 \times f \times h \times k \times o}{p \times u}$								
$P_3 = \frac{60 \times h \times k \times o \times v}{p}$								
$P_4 = \frac{60 \times b \times k}{c \times u}$								
$P_5 = \frac{60 \times b \times k}{c \times u}$								
$P_6 = \frac{60 \times h \times k \times m \times v}{p}$								

## APÊNDICE - T

PRODUÇÕES DE EQUIPES MECÂNICAS								
SERVIÇO: BASE ESTABILIZADA GRANULOMETRICAMENTE SEM MISTURA - Recicladora							CÓDIGO	
OBRA: RESTAURAÇÃO DA RODOVIA AM-010								
Local: MUNICÍPIO DE ITACOATIARA				Techo: RIO URUBÚ / ITACOATIARA				
CONTRATANTE:								
EXECUTORA:						DATA:	UNIDADE:	
R. T.:	Engº Rubelmar Maia de Azevedo Cruz Filho			CREA-AM/RR Nº	1.285/D	20-nov-06	m³/h	
R E F	VARIÁVEIS INTERVENIENTES	U N D	E Q U I P A M E N T O S					
			RP - CAT RM 350 B 500 HP	MN - CAT 140H 185 hp	Rolo CP CP 536-E 145 hp	Rolo CL CP 536-E 145 hp	CPn - CAT PS 290-B 105 hp	CP - MB 10.000 t 228 hp
a	Afastamento							
b	Capacidade	l						10.000,00
c	Consumo	l/m²						40,00
d	Quantidade							
e	Diâmetro							
f	Distância	m	200,00	200,00				4.000,00
g	Espaçamento							
h	Espessura	m	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	
i	Fator de Carga	adm						
j	Fator de Conversão	adm						
k	Fator de Eficiência	adm	0,92	0,92	0,83	0,83	0,83	0,67
l	Largura Nominal		2,44	3,55	2,13	2,13	1,90	
m	Largura Útil	m	2,44	3,43	2,13	2,13	1,90	
n	Largura de Superposição	m	0,10	0,20	0,20	0,20	0,20	
o	Largura de Operação	m	2,34	3,23	1,93	1,93	1,70	
p	Número de Passadas	un.	2,00	5,00	4,00	4,00	4,00	
q	Profundidade							
r	Tempo Fixo (C. D e M.)	min	0,00	0,50				25,00
s	Tempo de Ida	min	5,71	2,11				7,27
t	Tempo de Retorno	min		2,11				6,67
u	Tempo Total de Ciclo	min	5,71	4,71				38,94
v	Velocidade Média de Ida	m/min	35,00	95,00	50,00	60,00	50,00	550,00
w	Velocidade Média de Retorno	m/min		95,00				600,00
F Ó R M U L A S			P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>	P <sub>5</sub>	P <sub>6</sub>
PRODUÇÃO HORÁRIA			450,00	302,00	241,00	290,00	213,00	257,00
NÚMERO DE UNIDADES			1	1	2	2	2	2
UTILIZAÇÃO PRODUTIVA			0,67	1,00	1,25	1,04	1,42	1,18
UTILIZAÇÃO IMPRODUTIVA			0,33	0,00	0,75	0,96	0,58	0,82
PRODUÇÃO DA EQUIPE								302,00
F Ó R M U L A S			O B S E R V A Ç Õ E S :					
$P_1 = \frac{60 \times f \times h \times k \times o}{p \times u}$ $P_2 = \frac{60 \times f \times h \times k \times o}{p \times u}$ $P_3 = \frac{60 \times h \times k \times o \times v}{p}$ $P_4 = \frac{60 \times h \times k \times o \times v}{p}$ $P_5 = \frac{60 \times h \times k \times o \times v}{p}$ $P_6 = \frac{60 \times b \times k}{c \times u}$			<p>- O Equipamento reciclador de pavimentos RM 350B foi equipado com tambor específico para solos, uma vez que trabalhou-se somente com solos de 1ª categoria para a estabilização da base .</p>					

## APÊNDICE - U

<b>PRODUÇÕES DE EQUIPES MECÂNICAS</b>							
SERVIÇO: <b>REMOÇÃO MECANIZADA DE REVESTIMENTO BETUMINOSO - (e = 15 cm)</b>							<b>CÓDIGO</b>
OBRA: <b>RESTAURAÇÃO DA RODOVIA AM-010</b>							
Local: <b>MUNICÍPIO DE ITACOATIARA</b>				Techo: <b>RIO URUBÚ / ITACOATIARA</b>			
CONTRATANTE:							
EXECUTORA:						DATA:	UNIDADE:
R. T.:	<b>Engº Rubelmar Maia de Azevedo Cruz Filho</b>			CREA-AM/RR Nº	1.285/D	20-nov-06	<b>m³/h</b>
R E F	VARIÁVEIS INTERVENIENTES	U N D	E Q U I P A M E N T O S				
			MN - CAT 140H 185 hp	PCP - CAT 924 G 132 hp	CB - MB 10 m³ 160 hp		
a	Afastamento						
b	Capacidade	m³ ou t		1,50		10,00	
c	Consumo	l/m²				2,40	
d	Quantidade						
e	Diâmetro						
f	Distância	m	200,00			1.000,00	
g	Espaçamento						
h	Espessura	m	0,15				
i	Fator de Carga	adm		0,72			
j	Fator de Conversão	adm		0,80			
k	Fator de Eficiência	adm	0,83	0,83	0,83		
l	Largura Nominal		3,55				
m	Largura Útil	m	3,55				
n	Largura de Superposição	m	0,20				
o	Largura de Operação	m	3,35				
p	Número de Passadas	un.					
q	Profundidade						
r	Tempo Fixo (C. D e M.)	min				2,05	
s	Tempo de Ida	min	8,00			0,25	
t	Tempo de Retorno	min	8,00			0,56	
u	Tempo Total de Ciclo	min	16,00	0,45		2,86	
v	Velocidade Média de Ida	m/min	25,00			250,00	
w	Velocidade Média de Retorno	m/min	25,00			560,00	
F Ó R M U L A S			P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>		
<b>PRODUÇÃO HORÁRIA</b>			<b>314,00</b>	<b>96,00</b>	<b>73,00</b>		
<b>NÚMERO DE UNIDADES</b>			<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>		
<b>UTILIZAÇÃO PRODUTIVA</b>			<b>0,31</b>	<b>1,00</b>	<b>1,32</b>		
<b>UTILIZAÇÃO IMPRODUTIVA</b>			<b>0,69</b>	<b>0,00</b>	<b>0,68</b>		
<b>PRODUÇÃO DA EQUIPE</b>							<b>96,00</b>
F Ó R M U L A S			O B S E R V A Ç Õ E S :				
$P_1 = \frac{60 \times f \times h \times k \times o}{u}$							
$P_2 = \frac{60 \times b \times i \times j \times k}{u}$							
$P_3 = \frac{60 \times b \times k}{c \times u}$							

## APÊNDICE - V

<b>PRODUÇÕES DE EQUIPES MECÂNICAS</b>							
SERVIÇO: <b>COMPACTAÇÃO DE MATERIAL DE "BOTA-FORA"</b>							<b>CÓDIGO</b>
OBRA: <b>RESTAURAÇÃO DA RODOVIA AM-010</b>							
Local: <b>MUNICÍPIO DE ITACOATIARA</b>				Techo: <b>RIO URUBÚ / ITACOATIARA</b>			
CONTRATANTE:							
CONTRATADA:							DATA:
R. T.: <b>Engº Rubelmar Maia de Azevedo Cruz Filho</b>				CREA-AM/RR Nº		1.285/D	20-nov-06
							UNIDADE: <b>m³/h</b>
R E F	VARIÁVEIS INTERVENIENTES	U N D	E Q U I P A M E N T O S				
			Rolo CP CP 533-E 145 hp	MN - CAT 140H 185 hp	Trator de Pneus 140 hp+GD	CT - MB 10.000 ℓ 160 hp	
a	Afastamento						
b	Capacidade					10.000,00	
c	Consumo	l/m³				51,00	
d	Quantidade						
e	Diâmetro						
f	Distância	m	150,00	150,00	150,00	5.000,00	
g	Espaçamento						
h	Espessura	m	0,30	0,30	0,30		
i	Fator de Carga	adm					
j	Fator de Conversão	adm					
k	Fator de Eficiência	adm	0,75	0,75	0,75	0,75	
l	Largura Nominal		2,13	3,55	2,65		
m	Largura Útil	m	2,13	3,55	2,65		
n	Largura de Superposição	m	0,20	0,20	0,20		
o	Largura de Operação	m	1,93	3,35	2,45		
p	Número de Passadas	un.	6,00	6,00	6,00		
q	Profundidade						
r	Tempo Fixo (C. D e M.)	min				40,00	
s	Tempo de Ida	min				9,09	
t	Tempo de Retorno	min				9,09	
u	Tempo Total de Ciclo	min				58,18	
v	Velocidade Média de Ida	m/mni	70,00	100,00	80,00	550,00	
w	Velocidade Média de Retorno	m/min				550,00	
F Ó R M U L A S			P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>	
<b>PRODUÇÃO HORÁRIA</b>			<b>304,00</b>	<b>754,00</b>	<b>441,00</b>	<b>152,00</b>	
<b>NÚMERO DE UNIDADES</b>			<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	
<b>UTILIZAÇÃO PRODUTIVA</b>			<b>1,00</b>	<b>0,40</b>	<b>0,69</b>	<b>2,00</b>	
<b>UTILIZAÇÃO IMPRODUTIVA</b>			<b>0,00</b>	<b>0,60</b>	<b>0,31</b>	<b>0,00</b>	
<b>PRODUÇÃO DA EQUIPE</b>							<b>304,00</b>
F Ó R M U L A S			O B S E R V A Ç Õ E S :				
$P_1 = \frac{60 \times h \times k \times o \times v}{p}$							
$P_2 = \frac{60 \times h \times k \times o \times v}{p}$							
$P_3 = \frac{60 \times h \times k \times o \times v}{p}$							
$P_4 = \frac{60 \times b \times k}{c \times u}$							

## APÊNDICE – W

PRODUÇÕES DE EQUIPES MECÂNICAS							
SERVIÇO: LIMPEZA DE CAMADA VEGETAL EM JAZIDA (Const. e Restau.)							CÓDIGO
OBRA: RESTAURAÇÃO DA RODOVIA AM-010							
Local: MUNICÍPIO DE ITACOATIARA				Techo: RIO URUBÚ / ITACOATIARA			
CONTRATANTE:							
EXECUTORA:						DATA:	UNIDADE:
R. T.:	Engº Rubelmar Maia de Azevedo Cruz Filho			CREA-AM/RR Nº	1.285/D	20-nov-06	m²/h
R E F	VARIÁVEIS INTERVENIENTES	U N D	EQUIPAMENTOS				
			TE - CAT D6-N 140 hp				
a	Afastamento						
b	Capacidade	m³	4,30				
c	Consumo	l/m²					
d	Quantidade						
e	Diâmetro						
f	Distância	m	15,00				
g	Espaçamento						
h	Espessura	m	0,15				
i	Fator de Carga	adm	0,90				
j	Fator de Conversão	adm	0,60				
k	Fator de Eficiência	adm	0,83				
l	Largura Nominal						
m	Largura Útil	m					
n	Largura de Superposição	m					
o	Largura de Operação	m					
p	Número de Passadas	un.					
q	Profundidade						
r	Tempo Fixo (C. D e M.)	min	0,15				
s	Tempo de Ida	min	0,50				
t	Tempo de Retorno	min	0,25				
u	Tempo Total de Ciclo	min	0,90				
v	Velocidade Média de Ida	m/min	30,00				
w	Velocidade Média de Retorno	m/min	60,00				
<b>F Ó R M U L A S</b>			<b>P<sub>1</sub></b>				
PRODUÇÃO HORÁRIA			857,00				
NÚMERO DE UNIDADES			1				
UTILIZAÇÃO PRODUTIVA			1,00				
UTILIZAÇÃO IMPRODUTIVA			0,00				
PRODUÇÃO DA EQUIPE							857,00
<b>F Ó R M U L A S</b>			<b>O B S E R V A Ç Õ E S :</b>				
$P_1 = \frac{60 \times b \times i \times j \times k}{h \times u}$							

## APÊNDICE - X

PRODUÇÕES DE EQUIPES MECÂNICAS							
SERVIÇO: EXPURGO DE JAZIDA (Construção e Restauração)							CÓDIGO
OBRA: RESTAURAÇÃO DA RODOVIA AM-010							
Local: MUNICÍPIO DE ITACOATIARA				Techo: RIO URUBÚ / ITACOATIARA			
CONTRATANTE:							
EXECUTORA:						DATA:	UNIDADE:
R. T.:	Engº Rubelmar Maia de Azevedo Cruz Filho			CREA-AM/RR Nº	1.285/D	20-nov-06	m³/h
R E F	VARIÁVEIS INTERVENIENTES	U N D	EQUIPAMENTOS				
			TE - CAT D6-N 140 hp				
a	Afastamento						
b	Capacidade	m³	4,30				
c	Consumo	l/m³					
d	Quantidade						
e	Diâmetro						
f	Distância	m	25,00				
g	Espaçamento						
h	Espessura	m					
i	Fator de Carga	adm	0,90				
j	Fator de Conversão	adm	0,77				
k	Fator de Eficiência	adm	0,83				
l	Largura Nominal						
m	Largura Útil	m					
n	Largura de Superposição	m					
o	Largura de Operação	m					
p	Número de Passadas	un.					
q	Profundidade						
r	Tempo Fixo (C. D e M.)	min	0,30				
s	Tempo de Ida	min	0,83				
t	Tempo de Retorno	min	0,42				
u	Tempo Total de Ciclo	min	1,55				
v	Velocidade Média de Ida	m/min	30,00				
w	Velocidade Média de Retorno	m/min	60,00				
<b>F Ó R M U L A S</b>			<b>P<sub>2</sub></b>				
PRODUÇÃO HORÁRIA			<b>96,00</b>				
NÚMERO DE UNIDADES			<b>1</b>				
UTILIZAÇÃO PRODUTIVA			<b>1,00</b>				
UTILIZAÇÃO IMPRODUTIVA			<b>0,00</b>				
PRODUÇÃO DA EQUIPE						<b>96,00</b>	
<b>F Ó R M U L A S</b>			<b>O B S E R V A Ç Õ E S :</b>				
$P_1 = \frac{60 \times b \times i \times j \times k}{u}$							

## APÊNDICE - Y

PRODUÇÕES DE EQUIPES MECÂNICAS							
SERVIÇO: ESCAVAÇÃO, CARGA E TRANSP. DE MATERIAL DE 1ª CAT. - DMT = 1000							CÓDIGO
OBRA: RESTAURAÇÃO DA RODOVIA AM-010							
Local: MUNICÍPIO DE ITACOATIARA				Techo: RIO URUBÚ / ITACOATIARA			
CONTRATANTE:							
EXECUTORA:						DATA:	UNIDADE:
R. T.:	Engº Rubelmar Maia de Azevedo Cruz Filho			CREA-AM/RR Nº	1.285/D	20-nov-06	m³/h
R E F	VARIÁVEIS INTERVENIENTES	U N D	E Q U I P A M E N T O S				
			TE - CAT D6-N 140 hp	CP - CAT 924 G 110 hp	MN - CAT 120 H 140 hp	Caminhão Basc. 14m³ 235 kw	
a	Afastamento						
b	Capacidade	m³	5,40	3,10		15,00	
c	Consumo	l/m³					
d	Quantidade						
e	Diâmetro						
f	Distância	m	30,00		200,00	1.000,00	
g	Espaçamento						
h	Espessura	m			0,05		
i	Fator de Carga	adm	0,90	0,90		0,90	
j	Fator de Conversão	adm	0,77	0,77		0,77	
k	Fator de Eficiência	adm	0,92	0,83	0,92	0,92	
l	Largura Nominal				3,55		
m	Largura Útil	m			3,55		
n	Largura de Superposição	m			0,20		
o	Largura de Operação	m			3,35		
p	Número de Passadas	un.			4,00		
q	Profundidade						
r	Tempo Fixo (C. D e M.)	min	0,13		0,70	2,05	
s	Tempo de Ida	min	0,67		1,43	0,26	
t	Tempo de Retorno	min	0,35		1,43	0,55	
u	Tempo Total de Ciclo	min	1,15	0,48	3,56	2,86	
v	Velocidade Média de Ida	m/min	45,00		140,00	260,00	
w	Velocidade Média de Retorno	m/min	86,00		140,00	550,00	
F Ó R M U L A S			P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>	
PRODUÇÃO HORÁRIA			180,00	224,00	2.590,00	200,00	
NÚMERO DE UNIDADES			2	1	1	2	
UTILIZAÇÃO PRODUTIVA			1,24	1,00	0,09	1,12	
UTILIZAÇÃO IMPRODUTIVA			0,76	0,00	0,91	0,88	
PRODUÇÃO DA EQUIPE							224,00
F Ó R M U L A S			O B S E R V A Ç Õ E S :				
$P_1 = \frac{60 \times b \times i \times j \times k}{u}$							
$P_2 = \frac{60 \times b \times i \times j \times k}{u}$							
$P_3 = \frac{60 \times f \times k \times o}{p \times u}$							
$P_4 = \frac{60 \times b \times i \times j \times k}{u}$							

## APÊNDICE - Z

<b>PRODUÇÕES DE EQUIPES MECÂNICAS</b>								
SERVIÇO: <b>BASE DE SOLO ESTABILIZADO GRANULOMETRICAMENTE SEM MISTURA - DNIT</b>							<b>CÓDIGO</b>	
OBRA: <b>RESTAURAÇÃO DA RODOVIA AM-010</b>								
Local: <b>MUNICÍPIO DE ITACOATIARA</b>				Techo: <b>RIO URUBÚ / ITACOATIARA</b>				
CONTRATANTE:								
CONTRATADA:							DATA:	
R. T.: <b>Engº Rubelmar Maia de Azevedo Cruz Filho</b>				CREA-AM/RR Nº		1.285/D	20-nov-06	
							UNIDADE: <b>m³/h</b>	
R E F	VARIÁVEIS INTERVENIENTES	U N D	E Q U I P A M E N T O S					
			Rolo CP CP 533-E 145 hp	MN - CAT 140H 185 hp	Trator de Pneus 140 hp+GD	CB - MB 15 m³ 228 hp	CP - MB 10.000 ℓ 160 hp	CPn - CAT PS 290-B 105 hp
a	Afastamento							
b	Capacidade	I				15,00	10.000,00	
c	Consumo	l/m³				1,84	53,00	
d	Quantidade							
e	Diâmetro							
f	Distância	m		300,00			5.000,00	
g	Espaçamento							
h	Espessura	m	0,20	0,20	0,20			0,20
i	Fator de Carga	adm						
j	Fator de Conversão	adm						
k	Fator de Eficiência	adm	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83
l	Largura Nominal		2,13	3,55	2,65			
m	Largura Útil	m	2,13	3,55	2,65			
n	Largura de Superposição	m	0,20	0,20	0,20			
o	Largura de Operação	m	1,93	3,35	2,45			1,94
p	Número de Passadas	un.	8,00	8,00	6,00			6,00
q	Profundidade							
r	Tempo Fixo (C. D e M.)	min		0,25		3,60	40,00	
s	Tempo de Ida	min		2,73			10,00	
t	Tempo de Retorno	min		2,73			10,00	
u	Tempo Total de Ciclo	min		5,70		3,60	60,00	
v	Velocidade Média de Ida	m/mni	70,00	110,00	80,00		500,00	67,00
w	Velocidade Média de Retorno	m/min	70,00	110,00	80,00		500,00	
F Ó R M U L A S			P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>	P <sub>5</sub>	P <sub>6</sub>
<b>PRODUÇÃO HORÁRIA</b>			<b>169,00</b>	<b>220,00</b>	<b>327,00</b>	<b>113,00</b>	<b>157,00</b>	<b>217,00</b>
<b>NÚMERO DE UNIDADES</b>			<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
<b>UTILIZAÇÃO PRODUTIVA</b>			<b>1,00</b>	<b>0,77</b>	<b>0,52</b>	<b>1,50</b>	<b>1,08</b>	<b>0,78</b>
<b>UTILIZAÇÃO IMPRODUTIVA</b>			<b>0,00</b>	<b>0,23</b>	<b>0,48</b>	<b>0,50</b>	<b>0,92</b>	<b>0,22</b>
<b>PRODUÇÃO DA EQUIPE</b>							<b>169,00</b>	
F Ó R M U L A S			O B S E R V A Ç Õ E S :					
$P_1 = \frac{60 \times h \times k \times o \times v}{p}$ $P_2 = \frac{60 \times f \times h \times k \times o}{p \times u}$ $P_3 = \frac{60 \times h \times k \times o \times v}{p}$ $P_4 = \frac{60 \times b \times k}{c \times u}$ $P_5 = \frac{60 \times b \times k}{c \times u}$ $P_6 = \frac{60 \times h \times k \times m \times v}{p}$			- ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO: DNER-ES-303					

## APÊNDICE - AA

PRODUÇÕES DE EQUIPES MECÂNICAS								
SERVIÇO: RECICLAGEM MECANIZADA DE PAVIMENTO - AAUQ: (Recicladora de pavimento)							CÓDIGO	
OBRA: RESTAURAÇÃO DA RODOVIA AM-010								
Local: MUNICÍPIO DE ITACOATIARA				Techo: RIO URUBÚ / ITACOATIARA				
CONTRATANTE:								
EXECUTORA:						DATA:	UNIDADE:	
R. T.:	Engº Rubelmar Maia de Azevedo Cruz Filho			CREA-AM/RR Nº	1.285/D	17-nov-06	m³/h	
R E F	VARIÁVEIS INTERVENIENTES	U N D	E Q U I P A M E N T O S					
			RP - CAT RM 350 B 500 HP	MN - CAT 140H 185 hp	Rolo CP CP 536-E 145 hp	Rolo CL CP 536-E 145 hp	CPn - CAT PS 290-B 105 hp	CP - MB 10.000 l 228 hp
a	Afastamento							
b	Capacidade	l						10.000,00
c	Consumo	l/m³						40,00
d	Quantidade							
e	Diâmetro							
f	Distância	m	200,00	200,00				4.000,00
g	Espaçamento							
h	Espessura	m	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	
i	Fator de Carga	adm						
j	Fator de Conversão	adm						
k	Fator de Eficiência	adm	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,67
l	Largura Nominal		2,44	3,55	2,13	2,13	1,90	
m	Largura Útil	m	2,44	3,43	2,13	2,13	1,90	
n	Largura de Superposição	m	0,10	0,20	0,20	0,20	0,20	
o	Largura de Operação	m	2,34	3,23	1,93	1,93	1,70	
p	Número de Passadas	un.	2,00	6,00	6,00	4,00	6,00	
q	Profundidade							
r	Tempo Fixo (C. D e M.)	min	0,00	0,50				45,00
s	Tempo de Ida	min	8,00	1,82				7,27
t	Tempo de Retorno	min		1,82				6,67
u	Tempo Total de Ciclo	min	8,00	4,14				58,94
v	Velocidade Média de Ida	m/min	25,00	110,00	50,00	60,00	50,00	550,00
w	Velocidade Média de Retorno	m/min		110,00				600,00
F Ó R M U L A S			P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>	P <sub>5</sub>	P <sub>6</sub>
PRODUÇÃO HORÁRIA			293,00	260,00	161,00	290,00	142,00	170,00
NÚMERO DE UNIDADES			1	1	2	1	2	2
UTILIZAÇÃO PRODUTIVA			0,89	1,00	1,61	0,90	1,83	1,53
UTILIZAÇÃO IMPRODUTIVA			0,11	0,00	0,39	0,10	0,17	0,47
PRODUÇÃO DA EQUIPE								260,00
F Ó R M U L A S			O B S E R V A Ç Õ E S :					
$P_1 = \frac{60 \times f \times h \times k \times o}{p \times u}$								
$P_2 = \frac{60 \times f \times h \times k \times o}{p \times u}$								
$P_3 = \frac{60 \times h \times k \times o \times v}{p}$								
$P_4 = \frac{60 \times h \times k \times o \times v}{p}$								
$P_5 = \frac{60 \times h \times k \times o \times v}{p}$								
$P_6 = \frac{60 \times b \times k}{c \times u}$								

## APÊNDICE - AB

CUSTO UNITÁRIO DE SERVIÇO									
SERVIÇO: ESCAVAÇÃO, CARGA E TRANSP. DE MAT. 1ª CAT. - C/ EH-330 - DMT = 1000 m.							CÓDIGO		
OBRA: RESTAURAÇÃO DA RODOVIA AM-010							0		
Local: MUNICÍPIO DE ITACOATIARA				Techo: RIO URUBÚ / ITACOATIARA					
CONTRATANTE:									
EXECUTORA:							DATA:	UNIDADE:	
R. T. :	Engº Rubelmar Maia de Azevedo Cruz Filho			CREA-AM/RR Nº	1.285/D	20-nov-06	m³		
ÍTEM	DISCRIMINAÇÃO	C.T.	QUANT	UTILIZAÇÃO		CUSTOS OPERACIONAIS		CUSTO HORÁRIO	
				PROD.	IMPRO.	PROD.	IMPRO.		
1	<b>EQUIPAMENTOS</b>								
1.1	Escavadeira Hidráulica CAT 330 D	Médio	1,00	1,00	0,00	R\$ 306,81	R\$ 200,80	R\$ 306,81	
1.2	Motoniveladora CAT 120 H	Médio	1,00	0,10	0,90	R\$ 164,63	R\$ 89,19	R\$ 96,43	
1.3	Caminhão Basculante 15m³ - 235 kw	Médio	4,00	0,83	0,17	R\$ 185,81	R\$ 58,57	R\$ 657,60	
1.4									
1.5									
1.6									
1.7									
							<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 1.060,85</b>	
2	<b>MÃO-DE-OBRA SUPLEMENTAR</b>		<b>QUANT</b>	<b>K / R</b>	<b>E. S.</b>	<b>SALÁRIO M.</b>	<b>SALÁRIO B.</b>	<b>CUSTO HOR.</b>	
2.1	Encarregado de Terraplenagem		0,30	6,00	142,15%	R\$ 380,00	R\$ 10,36	R\$ 7,53	
2.2	Serventes		2,00	2,00	142,15%	R\$ 380,00	R\$ 3,45	R\$ 16,73	
2.3									
2.4									
2.5									
2.6									
2.7									
							<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 24,26</b>	
3	<b>M A T E R I A I S</b>			<b>UNID.</b>	<b>CONSUMO</b>	<b>CUSTOS</b>	<b>CUSTO HOR.</b>		
3.1									
3.2									
3.3									
3.4									
3.5									
3.6									
3.7									
							<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 0,00</b>	
4	<b>CUSTO HORÁRIO TOTAL</b>								<b>R\$ 1.085,11</b>
5	<b>PRODUÇÃO DA EQUIPE</b>								<b>173,00</b>
6	<b>CUSTO UNITÁRIO SEM TRANSPORTE</b>								<b>R\$ 6,27</b>
7	<b>T R A N S P O R T E</b>			<b>D.M.T.</b>	<b>CONSUMO</b>	<b>CUSTOS</b>	<b>CUSTO UNIT.</b>		
7.1									
7.2									
7.3									
7.4									
7.5									
7.6									
							<b>( F ) TOTAL</b>	<b>R\$ 0,00</b>	
8	<b>CUSTO DIRETO TOTAL</b>								<b>R\$ 6,27</b>
9	<b>BONIFICAÇÃO + DESPESAS INDIRETAS</b>						<b>30,00%</b>	<b>R\$ 1,88</b>	
10	<b>IMPOSTO SOBRE SERVIÇOS (I.S.S.)</b>						<b>5,00%</b>	<b>R\$ 0,43</b>	
11	<b>CUSTO UNITÁRIO TOTAL</b>								<b>R\$ 8,58</b>

## APÊNDICE - AC

CUSTO UNITÁRIO DE SERVIÇO								
SERVIÇO: ESCAVAÇÃO, CARGA E TRANSP. DE MATERIAL DE 1ª CAT. - DMT = 1000							CÓDIGO	
OBRA: RESTAURAÇÃO DA RODOVIA AM-010							0	
Local: MUNICÍPIO DE ITACOATIARA				Techo: RIO URUBÚ / ITACOATIARA				
CONTRATANTE:								
EXECUTORA:							DATA:	UNIDADE:
R. T. :	Engº Rubelmar Maia de Azevedo Cruz Filho			CREA-AM/RR Nº	1.285/D	20-nov-06		m³
ÍTEM	DISCRIMINAÇÃO	C.T.	QUANT	UTILIZAÇÃO		CUSTOS OPERACIONAIS		CUSTO HORÁRIO
				PROD.	IMPRO.	PROD.	IMPRO.	
1	<b>EQUIPAMENTOS</b>							
1.1	Trator de esteiras CAT D6-N 140 hp	Médio	2,00	1,24	0,76	R\$ 205,44	R\$ 136,51	R\$ 717,59
1.2	Carregadeira de pneus CAT 924 G 110 hp	Médio	1,00	1,00	0,00	R\$ 141,07	R\$ 74,44	R\$ 141,07
1.3	Motoniveladora CAT 120 H 140 hp	Médio	1,00	0,09	0,91	R\$ 164,63	R\$ 89,19	R\$ 95,72
1.4	Caminhão Basculante 15m³ - 235 kw	Médio	2,00	0,60	0,40	R\$ 185,81	R\$ 58,57	R\$ 269,56
1.5								
1.6								
1.7								
							<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 1.223,94</b>
2	<b>MÃO-DE-OBRA SUPLEMENTAR</b>		<b>QUANT</b>	<b>K / R</b>	<b>E. S.</b>	<b>SALÁRIO M.</b>	<b>SALÁRIO B.</b>	<b>CUSTO HOR.</b>
2.1	Encarregado de Terraplenagem		1,00	6,00	142,15%	R\$ 380,00	R\$ 10,36	R\$ 25,10
2.2	Serventes		3,00	2,00	142,15%	R\$ 380,00	R\$ 3,45	R\$ 25,10
2.3								
2.4								
2.5								
2.6								
2.7								
							<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 50,19</b>
3	<b>M A T E R I A I S</b>			<b>UNID.</b>	<b>CONSUMO</b>	<b>CUSTOS</b>	<b>CUSTO HOR.</b>	
3.1								
3.2								
3.3								
3.4								
3.5								
3.6								
3.7								
							<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 0,00</b>
4	<b>CUSTO HORÁRIO TOTAL</b>							<b>R\$ 1.274,13</b>
5	<b>PRODUÇÃO DA EQUIPE</b>							<b>224,00</b>
6	<b>CUSTO UNITÁRIO SEM TRANSPORTE</b>							<b>R\$ 5,69</b>
7	<b>T R A N S P O R T E</b>			<b>D.M.T.</b>	<b>CONSUMO</b>	<b>CUSTOS</b>	<b>CUSTO UNIT.</b>	
7.1								
7.2								
7.3								
7.4								
7.5								
7.6								
							<b>( F ) TOTAL</b>	<b>R\$ 0,00</b>
8	<b>CUSTO DIRETO TOTAL</b>							<b>R\$ 5,69</b>
9	<b>BONIFICAÇÃO + DESPESAS INDIRETAS</b>						<b>30,00%</b>	<b>R\$ 1,71</b>
10	<b>IMPOSTO SOBRE SERVIÇOS (I.S.S.)</b>						<b>5,00%</b>	<b>R\$ 0,39</b>
11	<b>CUSTO UNITÁRIO TOTAL</b>							<b>R\$ 7,78</b>

## APÊNDICE - AD

CUSTO UNITÁRIO DE SERVIÇO								
SERVIÇO: ESCAVAÇÃO, CARGA E TRANSP. DE MAT. 1ª CAT. - C/ EH-320 - DMT = 2000 m.							CÓDIGO	
OBRA: RESTAURAÇÃO DA RODOVIA AM-010							0	
Local: MUNICÍPIO DE ITACOATIARA				Techo: RIO URUBÚ / ITACOATIARA				
CONTRATANTE:								
EXECUTORA:							DATA:	UNIDADE:
R. T. :	Engº Rubelmar Maia de Azevedo Cruz Filho			CREA-AM/RR Nº	1.285/D	20-nov-06	m³	
ÍTEM	DISCRIMINAÇÃO	C.T.	QUANT	UTILIZAÇÃO		CUSTOS OPERACIONAIS		CUSTO HORÁRIO
				PROD.	IMPRO.	PROD.	IMPRO.	
1	<b>EQUIPAMENTOS</b>							
1.1	Escavadeira Hidráulica CAT 320 D	Médio	1,00	1,00	0,00	R\$ 165,83	R\$ 105,21	R\$ 165,83
1.2	Motoniveladora CAT 120 H	Médio	1,00	0,11	0,89	R\$ 164,63	R\$ 89,19	R\$ 97,12
1.3	Caminhão Basculante 15m³ - 235 kw	Médio	2,00	0,93	0,07	R\$ 185,81	R\$ 58,57	R\$ 352,58
1.4								
1.5								
1.6								
1.7								
							<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 615,52</b>
2	<b>MÃO-DE-OBRA SUPLEMENTAR</b>		<b>QUANT</b>	<b>K / R</b>	<b>E. S.</b>	<b>SALÁRIO M.</b>	<b>SALÁRIO B.</b>	<b>CUSTO HOR.</b>
2.1	Encarregado de Terraplenagem		0,30	6,00	142,15%	R\$ 380,00	R\$ 10,36	R\$ 7,53
2.2	Serventes		2,00	2,00	142,15%	R\$ 380,00	R\$ 3,45	R\$ 16,73
2.3								
2.4								
2.5								
2.6								
2.7								
							<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 24,26</b>
3	<b>M A T E R I A I S</b>			<b>UNID.</b>	<b>CONSUMO</b>	<b>CUSTOS</b>	<b>CUSTO HOR.</b>	
3.1								
3.2								
3.3								
3.4								
3.5								
3.6								
3.7								
							<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 0,00</b>
4	<b>CUSTO HORÁRIO TOTAL</b>							<b>R\$ 639,78</b>
5	<b>PRODUÇÃO DA EQUIPE</b>							<b>272,00</b>
6	<b>CUSTO UNITÁRIO SEM TRANSPORTE</b>							<b>R\$ 2,35</b>
7	<b>T R A N S P O R T E</b>			<b>D.M.T.</b>	<b>CONSUMO</b>	<b>CUSTOS</b>	<b>CUSTO UNIT.</b>	
7.1								
7.2								
7.3								
7.4								
7.5								
7.6								
							<b>( F ) TOTAL</b>	<b>R\$ 0,00</b>
8	<b>CUSTO DIRETO TOTAL</b>							<b>R\$ 2,35</b>
9	<b>BONIFICAÇÃO + DESPESAS INDIRETAS</b>						<b>30,00%</b>	<b>R\$ 0,71</b>
10	<b>IMPOSTO SOBRE SERVIÇOS (I.S.S.)</b>						<b>5,00%</b>	<b>R\$ 0,16</b>
11	<b>CUSTO UNITÁRIO TOTAL</b>							<b>R\$ 3,22</b>

## APÊNDICE - AE

CUSTO UNITÁRIO DE SERVIÇO								
SERVIÇO: SUB-BASE DE SOLO ESTABILIZADO GRANUL. S/ MISTURA -DNIT							CÓDIGO	
OBRA: RESTAURAÇÃO DA RODOVIA AM -010							5S0220000	
Local: MUNICÍPIO DE ITACOATIARA				Techo: RIO URUBÚ / ITACOATIARA				
CONTRATANTE:								
CONTRATADA:							DATA:	UNIDADE:
R. T. :	Engº Rubelmar Maia de Azevedo Cruz Filho			CREA-AM/RR Nº	1.285/D	20-nov-06		m³
ÍTEM	DISCRIMINAÇÃO	C.T.	QUANT	UTILIZAÇÃO		CUSTOS OPERACIONAIS		CUSTO HORÁRIO
				PROD.	IMPRO.	PROD.	IMPRO.	
1	<b>EQUIPAMENTOS</b>							
1.1	Rolo compactador de patas. CP 533-E		1,00	1,00	0,00	R\$ 148,21	R\$ 84,74	R\$ 148,21
1.2	Motoniveladora CAT 140H		1,00	0,77	0,23	R\$ 200,74	R\$ 114,29	R\$ 180,70
1.3	Trator de pneus 140 hp + Grade de disco		1,00	0,52	0,48	R\$ 88,37	R\$ 26,80	R\$ 58,62
1.4	Caminhão Basculante 10 m³ de 228 hp		2,00	0,75	0,25	R\$ 185,81	R\$ 58,57	R\$ 307,44
1.5	Caminhão tanque 10.000 l de 228 hp		2,00	0,54	0,46	R\$ 106,92	R\$ 41,32	R\$ 153,25
1.6	Compactador de pneus PS 290-B		1,00	0,78	0,22	R\$ 145,01	R\$ 75,41	R\$ 129,61
1.7								R\$ 0,00
							<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 977,84</b>
2	<b>MÃO-DE-OBRA SUPLEMENTAR</b>		<b>QUANT</b>	<b>K / R</b>	<b>E. S.</b>	<b>SALÁRIO M.</b>	<b>SALÁRIO H.</b>	<b>CUSTO HOR.</b>
2.1	Encarregado de Pavimentação		1,00	6,00	142,15%	R\$ 380,00	R\$ 10,36	R\$ 25,10
2.2	Serventes		3,00	2,00	142,15%	R\$ 380,00	R\$ 3,45	R\$ 25,10
2.3								R\$ 0,00
2.4								R\$ 0,00
2.5								R\$ 0,00
2.6								R\$ 0,00
2.7								R\$ 0,00
							<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 50,19</b>
3	<b>M A T E R I A I S</b>			<b>UNID.</b>	<b>CONSUMO</b>	<b>CUSTOS</b>	<b>CUSTO HOR.</b>	
3.1								R\$ 0,00
3.2								R\$ 0,00
3.3								R\$ 0,00
3.4								R\$ 0,00
3.5								R\$ 0,00
3.6								R\$ 0,00
3.7								R\$ 0,00
							<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 0,00</b>
4	<b>CUSTO HORÁRIO TOTAL</b>							<b>R\$ 1.028,03</b>
5	<b>PRODUÇÃO DA EQUIPE</b>							<b>169,00</b>
6	<b>CUSTO UNITÁRIO SEM TRANSPORTE</b>							<b>R\$ 6,08</b>
7	<b>T R A N S P O R T E</b>			<b>D.M.T.</b>	<b>CONSUMO</b>	<b>CUSTOS</b>	<b>CUSTO UNIT.</b>	
7.1								R\$ 0,00
7.2								R\$ 0,00
7.3								R\$ 0,00
7.4								R\$ 0,00
7.5								R\$ 0,00
7.6								R\$ 0,00
							<b>( F ) TOTAL</b>	<b>R\$ 0,00</b>
8	<b>CUSTO DIRETO TOTAL</b>							<b>R\$ 6,08</b>
9	<b>BONIFICAÇÃO + DESPESAS INDIRETAS</b>						<b>30,00%</b>	<b>R\$ 1,82</b>
10	<b>IMPOSTO SOBRE SERVIÇOS (I.S.S.)</b>						<b>5,00%</b>	<b>R\$ 0,42</b>
11	<b>CUSTO UNITÁRIO TOTAL</b>							<b>R\$ 8,32</b>

## APÊNDICE - AF

CUSTO UNITÁRIO DE SERVIÇO								
SERVIÇO: SUB-BASE ESTABILIZADA GRANULOMETRICAMENTE SEM MISTURA - Recicladora							CÓDIGO	
OBRA: RESTAURAÇÃO DA RODOVIA AM -010							0	
Local: MUNICÍPIO DE ITACOATIARA				Techo: RIO URUBÚ / ITACOATIARA				
CONTRATANTE:								
EXECUTORA:							DATA:	UNIDADE:
R. T. :	Engº Rubelmar Maia de Azevedo Cruz Filho			CREA-AM/RR Nº	1.285/D	20-nov-06		m³
ÍTEM	DISCRIMINAÇÃO	C.T.	QUANT	UTILIZAÇÃO		CUSTOS OPERACIONAIS		CUSTO HORÁRIO
				PROD.	IMPRO.	PROD.	IMPRO.	
1.1	Recicladora de pavimento CAT- RM 350B	M	1,00	0,84	0,16	R\$ 545,86	R\$ 207,86	R\$ 491,03
1.2	Motoniveladora CAT 140H	M	1,00	1,00	0,00	R\$ 200,74	R\$ 114,29	R\$ 200,74
1.3	Rolo compactador de patas CP 536-E	M	3,00	0,71	0,29	R\$ 148,21	R\$ 84,74	R\$ 389,42
1.4	Compactador pneumático PS 290-B	M	3,00	0,67	0,33	R\$ 145,01	R\$ 75,41	R\$ 366,55
1.5	Caminhão pipa 10.000 l	M	2,00	0,73	0,27	R\$ 106,92	R\$ 41,32	R\$ 178,86
1.6								
1.7								
							<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 1.626,60</b>
2	MÃO-DE-OBRA SUPLEMENTAR		QUANT	K / R	E. S.	SALÁRIO M.	SALÁRIO H.	CUSTO HOR.
2.1	Encarregado de Pavimentação		1,00	6,00	142,15%	R\$ 380,00	R\$ 10,36	R\$ 25,10
2.2	Serventes		4,00	2,00	142,15%	R\$ 380,00	R\$ 3,45	R\$ 33,46
2.3								R\$ 0,00
2.4								R\$ 0,00
2.5								R\$ 0,00
2.6								R\$ 0,00
2.7								R\$ 0,00
							<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 58,56</b>
3	M A T E R I A I S			UNID.	CONSUMO	CUSTOS		CUSTO HOR.
3.1								R\$ 0,00
3.2								R\$ 0,00
3.3								R\$ 0,00
3.4								R\$ 0,00
3.5								R\$ 0,00
3.6								R\$ 0,00
3.7								R\$ 0,00
							<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 0,00</b>
4	CUSTO HORÁRIO TOTAL							<b>R\$ 1.685,16</b>
5	PRODUÇÃO DA EQUIPE							<b>377,00</b>
6	CUSTO UNITÁRIO SEM TRANSPORTE							<b>R\$ 4,47</b>
7	T R A N S P O R T E			D.M.T.	CONSUMO	CUSTOS		CUSTO UNIT.
7.1								R\$ 0,00
7.2								R\$ 0,00
7.3								R\$ 0,00
7.4								R\$ 0,00
7.5								R\$ 0,00
7.6								R\$ 0,00
							<b>( F ) TOTAL</b>	<b>R\$ 0,00</b>
8	CUSTO DIRETO TOTAL							<b>R\$ 4,47</b>
9	BONIFICAÇÃO + DESPESAS INDIRETAS					<b>30,00%</b>	<b>R\$ 1,34</b>	
10	IMPOSTO SOBRE SERVIÇOS (I.S.S.)					<b>5,00%</b>	<b>R\$ 0,31</b>	
11	CUSTO UNITÁRIO TOTAL							<b>R\$ 6,12</b>

## APÊNDICE - AG

CUSTO UNITÁRIO DE SERVIÇO								
SERVIÇO: BASE DE SOLO ESTABILIZADO GRANULOMETRICAMENTE SEM MISTURA - DNIT							CÓDIGO	
OBRA: RESTAURAÇÃO DA RODOVIA AM -010							5S0220001	
Local: MUNICÍPIO DE ITACOATIARA				Techo: RIO URUBÚ / ITACOATIARA				
CONTRATANTE:								
CONTRATADA:							DATA:	UNIDADE:
R. T. :	Engº Rubelmar Maia de Azevedo Cruz Filho			CREA-AM/RR Nº	1.285/D	20-nov-06		m³
ÍTEM	DISCRIMINAÇÃO	C.T.	QUANT	UTILIZAÇÃO		CUSTOS OPERACIONAIS		CUSTO HORÁRIO
				PROD.	IMPRO.	PROD.	IMPRO.	
1	<b>EQUIPAMENTOS</b>							
1.1	Rolo compactador de patas. CP 533-E		1,00	1,00	0,00	R\$ 148,21	R\$ 84,74	R\$ 148,21
1.2	Motoniveladora CAT 140H		1,00	0,77	0,23	R\$ 200,74	R\$ 114,29	R\$ 180,70
1.3	Trator de pneus 140 hp + Grade de disco		1,00	0,52	0,48	R\$ 88,37	R\$ 26,80	R\$ 58,62
1.4	Caminhão Basculante 15 m³ de 228 hp		2,00	0,75	0,25	R\$ 185,81	R\$ 58,57	R\$ 307,44
1.5	Caminhão tanque 10.000 l de 160 hp		2,00	0,54	0,46	R\$ 106,92	R\$ 41,32	R\$ 153,25
1.6	Compactador de pneus PS 290-B		1,00	0,78	0,22	R\$ 145,01	R\$ 75,41	R\$ 129,61
1.7								
							<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 977,84</b>
2	<b>MÃO-DE-OBRA SUPLEMENTAR</b>		<b>QUANT</b>	<b>K / R</b>	<b>E. S.</b>	<b>SALÁRIO M.</b>	<b>SALÁRIO H.</b>	<b>CUSTO HOR.</b>
2.1	Encarregado de Pavimentação		1,00	6,00	142,15%	R\$ 380,00	R\$ 10,36	R\$ 25,10
2.2	Serventes		3,00	2,00	142,15%	R\$ 380,00	R\$ 3,45	R\$ 25,10
2.3								
2.4								
2.5								
2.6								
2.7								
							<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 50,19</b>
3	<b>M A T E R I A I S</b>			<b>UNID.</b>	<b>CONSUMO</b>	<b>CUSTOS</b>	<b>CUSTO HOR.</b>	
3.1								
3.2								
3.3								
3.4								
3.5								
3.6								
3.7								
							<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 0,00</b>
4	<b>CUSTO HORÁRIO TOTAL</b>							<b>R\$ 1.028,03</b>
5	<b>PRODUÇÃO DA EQUIPE</b>							<b>169,00</b>
6	<b>CUSTO UNITÁRIO SEM TRANSPORTE</b>							<b>R\$ 6,08</b>
7	<b>T R A N S P O R T E</b>			<b>D.M.T.</b>	<b>CONSUMO</b>	<b>CUSTOS</b>	<b>CUSTO UNIT.</b>	
7.1								
7.2								
7.3								
7.4								
7.5								
7.6								
							<b>( F ) TOTAL</b>	<b>R\$ 0,00</b>
8	<b>CUSTO DIRETO TOTAL</b>							<b>R\$ 6,08</b>
9	<b>BONIFICAÇÃO + DESPESAS INDIRETAS</b>						<b>30,00%</b>	<b>R\$ 1,82</b>
10	<b>IMPOSTO SOBRE SERVIÇOS (I.S.S.)</b>						<b>5,00%</b>	<b>R\$ 0,42</b>
11	<b>CUSTO UNITÁRIO TOTAL</b>							<b>R\$ 8,32</b>

## APÊNDICE - AH

CUSTO UNITÁRIO DE SERVIÇO								
SERVIÇO: BASE ESTABILIZADA GRANULOMETRICAMENTE SEM MISTURA - Recicladora							CÓDIGO	
OBRA: RESTAURAÇÃO DA RODOVIA AM -010							0	
Local: MUNICÍPIO DE ITACOATIARA				Techo: RIO URUBÚ / ITACOATIARA				
CONTRATANTE:								
EXECUTORA:							DATA:	UNIDADE:
R. T. :	Engº Rubelmar Maia de Azevedo Cruz Filho			CREA-AM/RR Nº	1.285/D	20-nov-06		m³
ÍTEM	DISCRIMINAÇÃO	C.T.	QUANT	UTILIZAÇÃO		CUSTOS OPERACIONAIS		CUSTO HORÁRIO
				PROD.	IMPRO.	PROD.	IMPRO.	
1	<b>EQUIPAMENTOS</b>							
1.1	Recicladora de pavimento CAT- RM 350B	M	1,00	0,67	0,33	R\$ 545,86	R\$ 207,86	R\$ 434,69
1.2	Motoniveladora CAT 140H	M	1,00	1,00	0,00	R\$ 200,74	R\$ 114,29	R\$ 200,74
1.3	Rolo compactador de patas CP 536-E	M	2,00	0,63	0,37	R\$ 148,21	R\$ 84,74	R\$ 249,02
1.4	Rolo compactador liso CP 536-E	M	2,00	0,52	0,48	R\$ 145,12	R\$ 81,65	R\$ 229,39
1.5	Compactador pneumático PS 290-B	M	2,00	0,71	0,29	R\$ 145,01	R\$ 75,41	R\$ 249,50
1.6	Caminhão pipa 10.000 l	M	2,00	0,59	0,41	R\$ 106,92	R\$ 41,32	R\$ 159,72
1.7								
							<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 1.523,06</b>
2	<b>MÃO-DE-OBRA SUPLEMENTAR</b>		<b>QUANT</b>	<b>K / R</b>	<b>E. S.</b>	<b>SALÁRIO M.</b>	<b>SALÁRIO H.</b>	<b>CUSTO HOR.</b>
2.1	Encarregado de Pavimentação		1,00	6,00	142,15%	R\$ 380,00	R\$ 10,36	R\$ 25,10
2.2	Serventes		5,00	2,00	142,15%	R\$ 380,00	R\$ 3,45	R\$ 41,83
2.3								
2.4								
2.5								
2.6								
2.7								
							<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 66,92</b>
3	<b>M A T E R I A I S</b>			<b>UNID.</b>	<b>CONSUMO</b>	<b>CUSTOS</b>	<b>CUSTO HOR.</b>	
3.1								
3.2								
3.3								
3.4								
3.5								
3.6								
3.7								
							<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 0,00</b>
4	<b>CUSTO HORÁRIO TOTAL</b>							<b>R\$ 1.589,98</b>
5	<b>PRODUÇÃO DA EQUIPE</b>							<b>302,00</b>
6	<b>CUSTO UNITÁRIO SEM TRANSPORTE</b>							<b>R\$ 5,26</b>
7	<b>T R A N S P O R T E</b>			<b>D.M.T.</b>	<b>CONSUMO</b>	<b>CUSTOS</b>	<b>CUSTO UNIT.</b>	
7.1								
7.2								
7.3								
7.4								
7.5								
7.6								
							<b>( F ) TOTAL</b>	<b>R\$ 0,00</b>
8	<b>CUSTO DIRETO TOTAL</b>							<b>R\$ 5,26</b>
9	<b>BONIFICAÇÃO + DESPESAS INDIRETAS</b>						<b>30,00%</b>	<b>R\$ 1,58</b>
10	<b>IMPOSTO SOBRE SERVIÇOS (I.S.S.)</b>						<b>5,00%</b>	<b>R\$ 0,36</b>
11	<b>CUSTO UNITÁRIO TOTAL</b>							<b>R\$ 7,20</b>

## APÊNDICE - AI

CUSTO UNITÁRIO DE SERVIÇO								
SERVIÇO: REMOÇÃO MECANIZADA DE REVESTIMENTO BETUMINOSO - (e = 15 cm)							CÓDIGO	
OBRA: RESTAURAÇÃO DA RODOVIA AM -010							0	
Local: MUNICÍPIO DE ITACOATIARA				Techo: RIO URUBÚ / ITACOATIARA				
CONTRATANTE:								
EXECUTORA:							DATA:	UNIDADE:
R. T.:	Engº Rubelmar Maia de Azevedo Cruz Filho			CREA-AM/RR Nº	1.285/D	20-nov-06		m <sup>3</sup>
ÍTEM	DISCRIMINAÇÃO	C.T.	QUANT	UTILIZAÇÃO		CUSTOS OPERACIONAIS		CUSTO HORÁRIO
				PROD.	IMPRO.	PROD.	IMPRO.	
1	<b>EQUIPAMENTOS</b>							
1.1	Motoniveladora CAT 140H		1,00	0,31	0,69	R\$ 200,74	R\$ 114,29	R\$ 140,72
1.2	Carregadeira de pneus 132 hp		1,00	1,00	0,00	R\$ 141,07	R\$ 74,44	R\$ 141,07
1.3	Caminhão Basculante 10 m <sup>3</sup> de 160 hp		2,00	0,66	0,34	R\$ 97,86	R\$ 35,73	R\$ 153,16
1.4								
1.5								
1.6								
1.7								
							<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 434,95</b>
2	<b>MÃO-DE-OBRA SUPLEMENTAR</b>		<b>QUANT</b>	<b>K / R</b>	<b>E. S.</b>	<b>SALÁRIO M.</b>	<b>SALÁRIO H.</b>	<b>CUSTO HOR.</b>
2.1	Encarregado de Pavimentação		0,50	6,00	142,15%	R\$ 380,00	R\$ 10,36	R\$ 12,55
2.2	Serventes		4,00	2,00	142,15%	R\$ 380,00	R\$ 3,45	R\$ 33,46
2.3								
2.4								
2.5								
2.6								
2.7								
							<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 46,01</b>
3	<b>M A T E R I A I S</b>			<b>UNID.</b>	<b>CONSUMO</b>	<b>CUSTOS</b>	<b>CUSTO HOR.</b>	
3.1								
3.2								
3.3								
3.4								
3.5								
3.6								
3.7								
							<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 0,00</b>
4	<b>CUSTO HORÁRIO TOTAL</b>							<b>R\$ 480,96</b>
5	<b>PRODUÇÃO DA EQUIPE</b>							<b>96,00</b>
6	<b>CUSTO UNITÁRIO SEM TRANSPORTE</b>							<b>R\$ 5,01</b>
7	<b>T R A N S P O R T E</b>			<b>D.M.T.</b>	<b>CONSUMO</b>	<b>CUSTOS</b>	<b>CUSTO UNIT.</b>	
7.1	Material retirado da pista							
7.2								
7.3								
7.4								
7.5								
7.6								
							<b>( F ) TOTAL</b>	<b>R\$ 0,00</b>
8	<b>CUSTO DIRETO TOTAL</b>							<b>R\$ 5,01</b>
9	<b>BONIFICAÇÃO + DESPESAS INDIRETAS</b>						<b>30,00%</b>	<b>R\$ 1,50</b>
10	<b>IMPOSTO SOBRE SERVIÇOS (I.S.S.)</b>						<b>5,00%</b>	<b>R\$ 0,34</b>
11	<b>CUSTO UNITÁRIO TOTAL</b>							<b>R\$ 6,86</b>

## APÊNDICE - AJ

CUSTO UNITÁRIO DE SERVIÇO									
SERVIÇO: COMPACTAÇÃO DE MATERIAL DE "BOTA-FORA"							CÓDIGO		
OBRA: RESTAURAÇÃO DA RODOVIA AM -010							4.6.004		
Local: MUNICÍPIO DE ITACOATIARA				Techo: RIO URUBÚ / ITACOATIARA					
CONTRATANTE:									
CONTRATADA:							DATA:	UNIDADE:	
R. T. :	Engº Rubelmar Maia de Azevedo Cruz Filho			CREA-AM/RR Nº	1.285/D		20-nov-06	m³	
ÍTEM	DISCRIMINAÇÃO	C.T.	QUANT	UTILIZAÇÃO		CUSTOS OPERACIONAIS		CUSTO HORÁRIO	
				PROD.	IMPRO.	PROD.	IMPRO.		
1	<b>EQUIPAMENTOS</b>								
1.1	Rolo compactador de patas. CP 533-E	Médio	1,00	1,00	0,00	R\$ 149,42	R\$ 85,95	R\$ 149,42	
1.2	Motoniveladora CAT 140H	Médio	1,00	0,40	0,60	R\$ 203,13	R\$ 116,67	R\$ 151,53	
1.3	Trator de pneus 140 hp + Grade de disco	Médio	1,00	0,69	0,31	R\$ 88,60	R\$ 27,03	R\$ 69,47	
1.4	Caminhão tanque 10.000 l de 160 hp	Médio	2,00	1,00	0,00	R\$ 106,21	R\$ 40,62	R\$ 212,43	
1.5									
1.6									
1.7									
							<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 582,85</b>	
2	<b>MÃO-DE-OBRA SUPLEMENTAR</b>		<b>QUANT</b>	<b>K / R</b>	<b>E. S.</b>	<b>SALÁRIO M.</b>	<b>SALÁRIO H.</b>	<b>CUSTO HOR.</b>	
2.1	Encarregado de Terraplenagem		1,00	6,00	142,15%	R\$ 380,00	R\$ 10,36	R\$ 25,10	
2.2	Serventes		2,00	2,00	142,15%	R\$ 380,00	R\$ 3,45	R\$ 16,73	
2.3									
2.4									
2.5									
2.6									
2.7									
							<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 41,83</b>	
3	<b>M A T E R I A I S</b>			<b>UNID.</b>	<b>CONSUMO</b>	<b>CUSTOS</b>	<b>CUSTO HOR.</b>		
3.1									
3.2									
3.3									
3.4									
3.5									
3.6									
3.7									
							<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 0,00</b>	
4	<b>CUSTO HORÁRIO TOTAL</b>								<b>R\$ 624,67</b>
5	<b>PRODUÇÃO DA EQUIPE</b>								<b>304,00</b>
6	<b>CUSTO UNITÁRIO SEM TRANSPORTE</b>								<b>R\$ 2,05</b>
7	<b>T R A N S P O R T E</b>			<b>D.M.T.</b>	<b>CONSUMO</b>	<b>CUSTOS</b>	<b>CUSTO UNIT.</b>		
7.1									
7.2									
7.3									
7.4									
7.5									
7.6									
							<b>( F ) TOTAL</b>	<b>R\$ 0,00</b>	
8	<b>CUSTO DIRETO TOTAL</b>								<b>R\$ 2,05</b>
9	<b>BONIFICAÇÃO + DESPESAS INDIRETAS</b>						<b>30,00%</b>	<b>R\$ 0,62</b>	
10	<b>IMPOSTO SOBRE SERVIÇOS (I.S.S.)</b>						<b>5,00%</b>	<b>R\$ 0,14</b>	
11	<b>CUSTO UNITÁRIO TOTAL</b>								<b>R\$ 2,81</b>

## APÊNDICE - AK

CUSTO UNITÁRIO DE SERVIÇO								
SERVIÇO: LIMPEZA DE CAMADA VEGETAL EM JAZIDA (Const. e Restau.)							CÓDIGO	
OBRA: RESTAURAÇÃO DA RODOVIA AM -010							0	
Local: MUNICÍPIO DE ITACOATIARA				Techo: RIO URUBÚ / ITACOATIARA				
CONTRATANTE:								
EXECUTORA:							DATA:	UNIDADE:
R. T. :	Engº Rubelmar Maia de Azevedo Cruz Filho			CREA-AM/RR Nº	1.285/D	20-nov-06	m <sup>2</sup>	
ÍTEM	DISCRIMINAÇÃO	C.T.	QUANT	UTILIZAÇÃO		CUSTOS OPERACIONAIS		CUSTO HORÁRIO
				PROD.	IMPRO.	PROD.	IMPRO.	
1	<b>EQUIPAMENTOS</b>							
1.1	Trator de esteiras CAT D6-N 140 hp	Médio	1,00	1,00	0,00	R\$ 207,90	R\$ 138,97	R\$ 207,90
1.2								R\$ 0,00
1.3								R\$ 0,00
1.4								R\$ 0,00
1.5								R\$ 0,00
1.6								R\$ 0,00
1.7								R\$ 0,00
							<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 207,90</b>
2	<b>MÃO-DE-OBRA SUPLEMENTAR</b>		<b>QUANT</b>	<b>K / R</b>	<b>E. S.</b>	<b>SALÁRIO M.</b>	<b>SALÁRIO B.</b>	<b>CUSTO HOR.</b>
2.1	Encarregado de Terraplenagem		0,50	6,00	142,15%	R\$ 380,00	R\$ 10,36	R\$ 12,55
2.2	Serventes		2,00	2,00	142,15%	R\$ 380,00	R\$ 3,45	R\$ 16,73
2.3								R\$ 0,00
2.4								R\$ 0,00
2.5								R\$ 0,00
2.6								R\$ 0,00
2.7								R\$ 0,00
							<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 29,28</b>
3	<b>M A T E R I A I S</b>			<b>UNID.</b>	<b>CONSUMO</b>	<b>CUSTOS</b>	<b>CUSTO HOR.</b>	
3.1								R\$ 0,00
3.2								R\$ 0,00
3.3								R\$ 0,00
3.4								R\$ 0,00
3.5								R\$ 0,00
3.6								R\$ 0,00
3.7								R\$ 0,00
							<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 0,00</b>
4	<b>CUSTO HORÁRIO TOTAL</b>							<b>R\$ 237,17</b>
5	<b>PRODUÇÃO DA EQUIPE</b>							<b>857,00</b>
6	<b>CUSTO UNITÁRIO SEM TRANSPORTE</b>							<b>R\$ 0,28</b>
7	<b>T R A N S P O R T E</b>			<b>D.M.T.</b>	<b>CONSUMO</b>	<b>CUSTOS</b>	<b>CUSTO UNIT.</b>	
7.1								R\$ 0,00
7.2								R\$ 0,00
7.3								R\$ 0,00
7.4								R\$ 0,00
7.5								R\$ 0,00
7.6								R\$ 0,00
							<b>( F ) TOTAL</b>	<b>R\$ 0,00</b>
8	<b>CUSTO DIRETO TOTAL</b>							<b>R\$ 0,28</b>
9	<b>BONIFICAÇÃO + DESPESAS INDIRETAS</b>						<b>30,00%</b>	<b>R\$ 0,08</b>
10	<b>IMPOSTO SOBRE SERVIÇOS (I.S.S.)</b>						<b>5,00%</b>	<b>R\$ 0,02</b>
11	<b>CUSTO UNITÁRIO TOTAL</b>							<b>R\$ 0,38</b>

## APÊNDICE - AL

CUSTO UNITÁRIO DE SERVIÇO								
SERVIÇO: EXPURGO DE JAZIDA (Construção e Restauração)							CÓDIGO	
OBRA: RESTAURAÇÃO DA RODOVIA AM -010							0	
Local: MUNICÍPIO DE ITACOATIARA				Techo: RIO URUBÚ / ITACOATIARA				
CONTRATANTE:								
EXECUTORA:							DATA:	UNIDADE:
R. T. :	Engº Rubelmar Maia de Azevedo Cruz Filho			CREA-AM/RR Nº	1.285/D	20-nov-06	m³	
ÍTEM	DISCRIMINAÇÃO	C.T.	QUANT	UTILIZAÇÃO		CUSTOS OPERACIONAIS		CUSTO HORÁRIO
				PROD.	IMPRO.	PROD.	IMPRO.	
1	<b>EQUIPAMENTOS</b>							
1.1	Trator de esteiras CAT D6-N 140 hp	Médio	1,00	1,00	0,00	R\$ 207,90	R\$ 138,97	R\$ 207,90
1.2								R\$ 0,00
1.3								R\$ 0,00
1.4								R\$ 0,00
1.5								R\$ 0,00
1.6								R\$ 0,00
1.7								R\$ 0,00
							<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 207,90</b>
2	<b>MÃO-DE-OBRA SUPLEMENTAR</b>		<b>QUANT</b>	<b>K / R</b>	<b>E. S.</b>	<b>SALÁRIO M.</b>	<b>SALÁRIO B.</b>	<b>CUSTO HOR.</b>
2.1	Encarregado de Terraplenagem		0,30	6,00	142,15%	R\$ 380,00	R\$ 10,36	R\$ 7,53
2.2	Serventes		2,00	2,00	142,15%	R\$ 380,00	R\$ 3,45	R\$ 16,73
2.3								R\$ 0,00
2.4								R\$ 0,00
2.5								R\$ 0,00
2.6								R\$ 0,00
2.7								R\$ 0,00
							<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 24,26</b>
3	<b>M A T E R I A I S</b>			<b>UNID.</b>	<b>CONSUMO</b>	<b>CUSTOS</b>	<b>CUSTO HOR.</b>	
3.1								R\$ 0,00
3.2								R\$ 0,00
3.3								R\$ 0,00
3.4								R\$ 0,00
3.5								R\$ 0,00
3.6								R\$ 0,00
3.7								R\$ 0,00
							<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 0,00</b>
4	<b>CUSTO HORÁRIO TOTAL</b>							<b>R\$ 232,16</b>
5	<b>PRODUÇÃO DA EQUIPE</b>							<b>96,00</b>
6	<b>CUSTO UNITÁRIO SEM TRANSPORTE</b>							<b>R\$ 2,42</b>
7	<b>T R A N S P O R T E</b>			<b>D.M.T.</b>	<b>CONSUMO</b>	<b>CUSTOS</b>	<b>CUSTO UNIT.</b>	
7.1								R\$ 0,00
7.2								R\$ 0,00
7.3								R\$ 0,00
7.4								R\$ 0,00
7.5								R\$ 0,00
7.6								R\$ 0,00
							<b>( F ) TOTAL</b>	<b>R\$ 0,00</b>
8	<b>CUSTO DIRETO TOTAL</b>							<b>R\$ 2,42</b>
9	<b>BONIFICAÇÃO + DESPESAS INDIRETAS</b>						<b>30,00%</b>	<b>R\$ 0,73</b>
10	<b>IMPOSTO SOBRE SERVIÇOS (I.S.S.)</b>						<b>5,00%</b>	<b>R\$ 0,17</b>
11	<b>CUSTO UNITÁRIO TOTAL</b>							<b>R\$ 3,31</b>

## APÊNDICE - AM

CUSTO UNITÁRIO DE SERVIÇO								
SERVIÇO: ESCAVAÇÃO, CARGA E TRANSP. DE MATERIAL DE 1ª CAT. - DMT = 1000							CÓDIGO	
OBRA: RESTAURAÇÃO DA RODOVIA AM -010							0	
Local: MUNICÍPIO DE ITACOATIARA				Techo: RIO URUBÚ / ITACOATIARA				
CONTRATANTE:								
EXECUTORA:							DATA:	UNIDADE:
R. T. :	Engº Rubelmar Maia de Azevedo Cruz Filho			CREA-AM/RR Nº	1.285/D	20-nov-06		m³
ÍTEM	DISCRIMINAÇÃO	C.T.	QUANT	UTILIZAÇÃO		CUSTOS OPERACIONAIS		CUSTO HORÁRIO
				PROD.	IMPRO.	PROD.	IMPRO.	
1	<b>EQUIPAMENTOS</b>							
1.1	Trator de esteiras CAT D6-N 140 hp	Médio	2,00	1,24	0,76	R\$ 205,44	R\$ 136,51	R\$ 717,59
1.2	Carregadeira de pneus CAT 924 G 110 hp	Médio	1,00	1,00	0,00	R\$ 141,07	R\$ 74,44	R\$ 141,07
1.3	Motoniveladora CAT 120 H 140 hp	Médio	1,00	0,09	0,91	R\$ 164,63	R\$ 89,19	R\$ 95,72
1.4	Caminhão Basculante 15m³ - 235 kw	Médio	2,00	0,56	0,44	R\$ 185,81	R\$ 58,57	R\$ 259,65
1.5								
1.6								
1.7								
							<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 1.214,03</b>
2	<b>MÃO-DE-OBRA SUPLEMENTAR</b>		<b>QUANT</b>	<b>K / R</b>	<b>E. S.</b>	<b>SALÁRIO M.</b>	<b>SALÁRIO B.</b>	<b>CUSTO HOR.</b>
2.1	Encarregado de Terraplenagem		1,00	6,00	142,15%	R\$ 380,00	R\$ 10,36	R\$ 25,10
2.2	Serventes		3,00	2,00	142,15%	R\$ 380,00	R\$ 3,45	R\$ 25,10
2.3								
2.4								
2.5								
2.6								
2.7								
							<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 50,19</b>
3	<b>M A T E R I A I S</b>			<b>UNID.</b>	<b>CONSUMO</b>	<b>CUSTOS</b>	<b>CUSTO HOR.</b>	
3.1								
3.2								
3.3								
3.4								
3.5								
3.6								
3.7								
							<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 0,00</b>
4	<b>CUSTO HORÁRIO TOTAL</b>							<b>R\$ 1.264,22</b>
5	<b>PRODUÇÃO DA EQUIPE</b>							<b>224,00</b>
6	<b>CUSTO UNITÁRIO SEM TRANSPORTE</b>							<b>R\$ 5,64</b>
7	<b>T R A N S P O R T E</b>			<b>D.M.T.</b>	<b>CONSUMO</b>	<b>CUSTOS</b>	<b>CUSTO UNIT.</b>	
7.1								
7.2								
7.3								
7.4								
7.5								
7.6								
							<b>( F ) TOTAL</b>	<b>R\$ 0,00</b>
8	<b>CUSTO DIRETO TOTAL</b>							<b>R\$ 5,64</b>
9	<b>BONIFICAÇÃO + DESPESAS INDIRETAS</b>						<b>30,00%</b>	<b>R\$ 1,69</b>
10	<b>IMPOSTO SOBRE SERVIÇOS (I.S.S.)</b>						<b>5,00%</b>	<b>R\$ 0,39</b>
11	<b>CUSTO UNITÁRIO TOTAL</b>							<b>R\$ 7,72</b>

## APÊNDICE - AN

CUSTO UNITÁRIO DE SERVIÇO								
SERVIÇO: BASE DE SOLO ESTABILIZADO GRANULOMETRICAMENTE SEM MISTURA - DNIT							CÓDIGO	
OBRA: RESTAURAÇÃO DA RODOVIA AM-010							0	
Local: MUNICÍPIO DE ITACOATIARA				Techo: RIO URUBÚ / ITACOATIARA				
CONTRATANTE:								
CONTRATADA:							DATA:	UNIDADE:
R. T. :	Engº Rubelmar Maia de Azevedo Cruz Filho			CREA-AM/RR Nº	1.285/D	20-nov-06		m³
ÍTEM	DISCRIMINAÇÃO	C.T.	QUANT	UTILIZAÇÃO		CUSTOS OPERACIONAIS		CUSTO HORÁRIO
				PROD.	IMPRO.	PROD.	IMPRO.	
1	<b>EQUIPAMENTOS</b>							
1.1	Rolo compactador de patas. CP 533-E		1,00	1,00	0,00	R\$ 148,21	R\$ 84,74	R\$ 148,21
1.2	Motoniveladora CAT 140H		1,00	0,77	0,23	R\$ 200,74	R\$ 114,29	R\$ 180,70
1.3	Trator de pneus 140 hp + Grade de disco		1,00	0,52	0,48	R\$ 88,37	R\$ 26,80	R\$ 58,62
1.4	Caminhão Basculante 15 m³ de 228 hp		2,00	0,75	0,25	R\$ 185,81	R\$ 58,57	R\$ 307,44
1.5	Caminhão tanque 10.000 l de 160 hp		2,00	0,54	0,46	R\$ 106,92	R\$ 41,32	R\$ 153,25
1.6	Compactador de pneus PS 290-B		1,00	0,78	0,22	R\$ 145,01	R\$ 75,41	R\$ 129,61
1.7								
							<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 977,84</b>
2	<b>MÃO-DE-OBRA SUPLEMENTAR</b>		<b>QUANT</b>	<b>K / R</b>	<b>E. S.</b>	<b>SALÁRIO M.</b>	<b>SALÁRIO H.</b>	<b>CUSTO HOR.</b>
2.1	Encarregado de Pavimentação		1,00	6,00	142,15%	R\$ 380,00	R\$ 10,36	R\$ 25,10
2.2	Serventes		3,00	2,00	142,15%	R\$ 380,00	R\$ 3,45	R\$ 25,10
2.3								
2.4								
2.5								
2.6								
2.7								
							<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 50,19</b>
3	<b>M A T E R I A I S</b>			<b>UNID.</b>	<b>CONSUMO</b>	<b>CUSTOS</b>	<b>CUSTO HOR.</b>	
3.1								
3.2								
3.3								
3.4								
3.5								
3.6								
3.7								
							<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 0,00</b>
4	<b>CUSTO HORÁRIO TOTAL</b>							<b>R\$ 1.028,03</b>
5	<b>PRODUÇÃO DA EQUIPE</b>							<b>169,00</b>
6	<b>CUSTO UNITÁRIO SEM TRANSPORTE</b>							<b>R\$ 6,08</b>
7	<b>T R A N S P O R T E</b>			<b>D.M.T.</b>	<b>CONSUMO</b>	<b>CUSTOS</b>	<b>CUSTO UNIT.</b>	
7.1								
7.2								
7.3								
7.4								
7.5								
7.6								
							<b>( F ) TOTAL</b>	<b>R\$ 0,00</b>
8	<b>CUSTO DIRETO TOTAL</b>							<b>R\$ 6,08</b>
9	<b>BONIFICAÇÃO + DESPESAS INDIRETAS</b>						<b>30,00%</b>	<b>R\$ 1,82</b>
10	<b>IMPOSTO SOBRE SERVIÇOS (I.S.S.)</b>						<b>5,00%</b>	<b>R\$ 0,42</b>
11	<b>CUSTO UNITÁRIO TOTAL</b>							<b>R\$ 8,32</b>

## APÊNDICE - AO

CUSTO UNITÁRIO DE SERVIÇO								
SERVIÇO: RECICLAGEM MECANIZADA DE PAVIMENTO - AAUQ: (Recicladora de pavimento)							CÓDIGO	
OBRA: RESTAURAÇÃO DA RODOVIA AM-010							0	
Local: MUNICÍPIO DE ITACOATIARA				Techo: RIO URUBÚ / ITACOATIARA				
CONTRATANTE:								
EXECUTORA:							DATA:	UNIDADE:
R. T. :	Engº Rubelmar Maia de Azevedo Cruz Filho			CREA-AM/RR Nº	1.285/D	17-nov-06	m³	
ÍTEM	DISCRIMINAÇÃO	C.T.	QUANT	UTILIZAÇÃO		CUSTOS OPERACIONAIS		CUSTO HORÁRIO
				PROD.	IMPRO.	PROD.	IMPRO.	
1	<b>EQUIPAMENTOS</b>							
1.1	Recicladora de pavimento CAT- RM 350B	M	1,00	0,89	0,11	R\$ 545,86	R\$ 207,86	R\$ 507,79
1.2	Motoniveladora CAT 140H	M	1,00	1,00	0,00	R\$ 200,74	R\$ 114,29	R\$ 200,74
1.3	Rolo compactador de patas CP 536-E	M	2,00	0,81	0,19	R\$ 148,21	R\$ 84,74	R\$ 271,99
1.4	Rolo compactador liso CP 536-E	M	1,00	0,90	0,10	R\$ 145,12	R\$ 81,65	R\$ 138,55
1.5	Compactador pneumático PS 290-B	M	2,00	0,92	0,08	R\$ 145,01	R\$ 75,41	R\$ 278,26
1.6	Caminhão pipa 10.000 l	M	2,00	0,76	0,24	R\$ 106,92	R\$ 41,32	R\$ 182,96
1.7								R\$ 0,00
							<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 1.580,29</b>
2	<b>MÃO-DE-OBRA SUPLEMENTAR</b>		<b>QUANT</b>	<b>K / R</b>	<b>E. S.</b>	<b>SALÁRIO M.</b>	<b>SALÁRIO H.</b>	<b>CUSTO HOR.</b>
2.1	Encarregado de Pavimentação		1,00	6,00	142,15%	R\$ 380,00	R\$ 10,36	R\$ 25,10
2.2	Serventes		5,00	2,00	142,15%	R\$ 380,00	R\$ 3,45	R\$ 41,83
2.3								R\$ 0,00
2.4								R\$ 0,00
2.5								R\$ 0,00
2.6								R\$ 0,00
2.7								R\$ 0,00
							<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 66,92</b>
3	<b>M A T E R I A I S</b>			<b>UNID.</b>	<b>CONSUMO</b>	<b>CUSTOS</b>	<b>CUSTO HOR.</b>	
3.1								R\$ 0,00
3.2								R\$ 0,00
3.3								R\$ 0,00
3.4								R\$ 0,00
3.5								R\$ 0,00
3.6								R\$ 0,00
3.7								R\$ 0,00
							<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 0,00</b>
4	<b>CUSTO HORÁRIO TOTAL</b>							<b>R\$ 1.647,21</b>
5	<b>PRODUÇÃO DA EQUIPE</b>							<b>260,00</b>
6	<b>CUSTO UNITÁRIO SEM TRANSPORTE</b>							<b>R\$ 6,34</b>
7	<b>T R A N S P O R T E</b>			<b>D.M.T.</b>	<b>CONSUMO</b>	<b>CUSTOS</b>	<b>CUSTO UNIT.</b>	
7.1								R\$ 0,00
7.2								R\$ 0,00
7.3								R\$ 0,00
7.4								R\$ 0,00
7.5								R\$ 0,00
7.6								R\$ 0,00
							<b>( F ) TOTAL</b>	<b>R\$ 0,00</b>
8	<b>CUSTO DIRETO TOTAL</b>							<b>R\$ 6,34</b>
9	<b>BONIFICAÇÃO + DESPESAS INDIRETAS</b>						<b>30,00%</b>	<b>R\$ 1,90</b>
10	<b>IMPOSTO SOBRE SERVIÇOS (I.S.S.)</b>						<b>5,00%</b>	<b>R\$ 0,43</b>
11	<b>CUSTO UNITÁRIO TOTAL</b>							<b>R\$ 8,67</b>

## ANEXO - A

CÓDIGO: 5.S.01 .100.22		SERVIÇO: Escavação Carga e Transp. Mat. 1. Cat. DMT 50 a 200m c/ e				UNIDADE m <sup>3</sup>
VARIÁVEIS INTERVENIENTES		EQUIPAMENTOS				
		UNIDADE	Escavadeira Hidráulica de Esteiras 166 kw	Caminhão Basculante 14 m <sup>3</sup> 235 kw	Moto- niveladora 93 kw	
a	AFASTAMENTO					
b	CAPACIDADE	m <sup>3</sup>	1,50	14,0		
c	CONSUMO (QUANTIDADE)					
d	DISTÂNCIA	m		125		
e	ESPAÇAMENTO					
f	ESPESSURA	m				
g	FATOR DE CARGA		0,90	0,90		
h	FATOR DE CONVERSÃO		0,77	0,77		
i	FATOR DE EFICIÊNCIA		0,75	0,75		
j	LARGURA DE OPERAÇÃO	m				
l	LARGURA DE SUPERPOSIÇÃO	m				
m	LARGURA ÚTIL	m				
n	NÚMERO DE PASSADAS					
o	PROFUNDIDADE					
p	TEMPO FIXO (CARGA, DESCARGA E MANOBRA)	min		2,81		
q	TEMPO PERCURSO (IDA)	min		1,25		
r	TEMPO DE RETORNO	min		0,78		
s	TEMPO TOTAL DE CICLO	min	0,27	4,84		
t	VELOCIDADE (IDA) MÉDIA	m/min		100		
u	VELOCIDADE RETORNO	m/min		160		
OBSERVAÇÕES		FÓRMULAS				
ESPECIF. DE SERVIÇO: DNER- ES-280 E DNER-ES-281		$P = 60.b.g.h.i / s$	$P = 60.b.g.h.i / s$			
PRODUÇÃO HORÁRIA		173	91			
NÚMERO DE UNIDADES		1	2	1		
UTILIZAÇÃO OPERATIVA		1,00	0,96	0,05		
UTILIZAÇÃO IMPRODUTIVA		0,00	0,04	0,95		
PRODUÇÃO DA EQUIPE		173	173	173		
MT/DNIT - Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes SISTEMA DE CUSTOS RODOVIÁRIOS – SICRO3			PRODUÇÃO DAS EQUIPES MECÂNICAS			

**ANEXO - B**


---

**DNIT - Sistema de Custos Rodoviários**  
**Composição de Custo Unitário de Referência**


---

**SICRO3**  
RCTR0220

---

**Restauração Rodoviária**
**Atividade / Serviço: 5 S 01 100 22 - Esc. carga transp. mat 1a cat DMT 50 a 200m c/e**


---

**Produção da Equipe:** 173,0000 m<sup>3</sup>
**Adicional de Mão-de-Obra:** 0,00 (%)

**Lucro e Despesas Indiretas:**


---

**A - Equipamento**

		<b>Quantidade</b>	<b>Utilização</b>	
			<b>Operativa</b>	<b>Improd</b>
E006	Motoniveladora - (93 kW)	1,00	0,05	0,95
E062	Escavadeira Hidráulica - com esteira - cap. 1,7 m <sup>3</sup> (166 kW)	1,00	1,00	0,00
E432	Caminhão Basculante - 20 t (279 kW)	2,00	0,96	0,04

**B - Mão-de-Obra**

		<b>Quantidade</b>
T501	Encarregado de turma	0,50
T701	Servente	3,00

---

**Observações:** OBS.: Especificações de serviço: DNER-ES-280 E DNER-ES-28 1.

## ANEXO - C

CÓDIGO: 5.S.02.200.00		SERVIÇO: Sub-base Solo Estabilizado Granul. s/ Mistura					UNIDADE m³	
	VARIÁVEIS INTERVENIENTES	UNIDADE	EQUIPAMENTOS					
			Rolo Pé de Carneiro A.P. Vib.11,25 t 85 kW	Moto-niveladora 93 kW	Trator de Pneus 82 kW c/ Grade de Discos 24x24	Caminhão Basculante 10m³ 135 kW	Caminhão Tanque 10.000 L 135 kW	Rolo de Pneus A.P. 97 kW
a	AFASTAMENTO							
b	CAPACIDADE	l				15	10000	
c	CONSUMO (QUANTIDADE)	l/m³				1,84	55	
d	DISTÂNCIA	m		300			5000	
e	ESPAÇAMENTO							
f	ESPESSURA	m	0,20	0,20	0,20		0,20	
g	FATOR DE CARGA							
h	FATOR DE CONVERSÃO							
i	FATOR DE EFICIÊNCIA		0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	
j	LARGURA DE OPERAÇÃO	m	2,13	3,55	2,65			
l	LARGURA DE SUPERPOSIÇÃO	m	0,20	0,20	0,20			
m	LARGURA ÚTIL	m	1,93	3,35	2,45		1,94	
n	NÚMERO DE PASSADAS		8	8	6		6	
o	PROFUNDIDADE							
p	TEMPO FIXO (CARGA, DESCARGA E MANOBRA)	min		0,25		3,60	38	
q	TEMPO PERCURSO (IDA)	min		2,78			10	
r	TEMPO DE RETORNO	min		2,78			10	
s	TEMPO TOTAL DE CICLO	min		5,81		3,60	58	
t	VELOCIDADE (IDA) MÉDIA	m/min	70	110,00	80		500	
u	VELOCIDADE RETORNO	m/min	70	110,00	80		500	
OBSERVAÇÕES		FÓRMULAS						
ESPECIF. DE SERVIÇO: DNER-ES-301			$P = 60.f.i.m.t/n$	$P = 60.f.d.i.m/n.s$	$P = 60.f.i.m.t/n$	$P = 60.b.i./c.s$	$P = 60.b.i./c.s$	$P = 60.f.i.m.t/n$
<b>PRODUÇÃO HORÁRIA</b>			<b>152</b>	<b>195</b>	<b>294</b>	<b>102</b>	<b>141</b>	<b>195</b>
<b>NÚMERO DE UNIDADES</b>			<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1,49</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>UTILIZAÇÃO OPERATIVA</b>			<b>1,00</b>	<b>0,78</b>	<b>0,52</b>	<b>1,00</b>	<b>0,93</b>	<b>0,78</b>
<b>UTILIZAÇÃO IMPRODUTIVA</b>			<b>0,00</b>	<b>0,22</b>	<b>0,48</b>	<b>0,00</b>	<b>0,07</b>	<b>0,22</b>
<b>PRODUÇÃO DA EQUIPE</b>			<b>152</b>	<b>152</b>	<b>152</b>	<b>152</b>	<b>152</b>	<b>152</b>
MT/DNIT - Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes SISTEMA DE CUSTOS RODOVIÁRIOS – SICRO3		<b>PRODUÇÃO DAS EQUIPES MECÂNICAS</b>						

## ANEXO - D

<b>DNIT - Sistema de Custos Rodoviários</b>	<b>SICRO3</b>
<b>Composição de Custo Unitário de Referência</b>	<b>RCTR0220</b>

## Restauração Rodoviária

**Atividade / Serviço: 5 S 02 200 00 - Sub-base solo estabilizado granul. s/ mistura**

<b>Produção da Equipe:</b>	152,0000 m <sup>3</sup>	<b>Adicional de Mão-de-Obra:</b>	0,00 (%)
<b>Lucro e Despesas Indiretas:</b>			

**A - Equipamento**

		Quantidade	Utilização	
			Operativa	Improd
E006	Motoniveladora - (93 kW)	1,00	0,78	0,22
E007	Trator Agrícola - (77 kW)	1,00	0,52	0,48
E013	Rolo Compactador - pé de carneiro autop. 11,25 t vibrat (85 W)	1,00	1,00	0,00
E101	Grade de Discos - GA 24 x 24	1,00	0,52	0,48
E105	Rolo Compactador - de pneus autoprop. 21 t (97 kW)	1,00	0,78	0,22
E404	Caminhão Basculante - 10 m <sup>3</sup> - 15 t (170 kW)	1,49	1,00	0,00
E407	Caminhão Tanque - 10.000 l (170 kW)	1,00	0,93	0,07

**B - Mão-de-Obra**

		Quantidade
T511	Encarreg. de pavimentação	1,00
T701	Servente	3,00

**D - Atividades**

		Quantidade	Unidade
1A01 10001	Limpeza camada vegetal em jazida (const e restr.)	0,7000	m <sup>2</sup>
1A0110501	Expurgo de jazida (const e restr)	0,2000	m <sup>3</sup>
1A01 12001	Escav. e carga de mater. de jazida(const e restr)	1,1500	m <sup>3</sup>

**F - Transporte de Materiais Produzidos**

		Quantidade	Unidade
1A01 12001	Escav. e carga de mater. de jazida(const e restr)	1,8400	t/m <sup>3</sup>

**Observações:** Especificação de serviço: DNER-ES-301.  
 O transporte deve ser calculado na fase de orçamento, com as distâncias médias de transporte de cada trecho, utilizando-se as composições de momentos de transporte do SICRO3.  
 As quantidades indicadas nos itens de transporte de materiais referem-se ao consumo de materiais a serem transportados, por unidade de serviço.

## ANEXO - E

CÓDIGO: 5.S.02.200.01		SERVIÇO: Base Solo Estabilizado Granul. s/ Mistura					UNIDADE m³	
	VARIÁVEIS INTERVENIENTES	UNIDADE	EQUIPAMENTOS					
			Rolo Pé de Carneiro A.P. Vib.11,25 t 85 kW	Moto-niveladora 93 kW	Trator de Pneus 82 kW c/ Grade de Discos 24x24	Caminhão Basculante 10m³ 135 kW	Caminhão Tanque 10.000 L 135 kW	Rolo de Pneus A.P. 97 kW
a	AFASTAMENTO							
b	CAPACIDADE	l				15	10000	
c	CONSUMO (QUANTIDADE)	l/m³				1,84	55	
d	DISTÂNCIA	m		300			5000	
e	ESPAÇAMENTO							
f	ESPESSURA	m	0,20	0,20	0,20			0,20
g	FATOR DE CARGA							
h	FATOR DE CONVERSÃO							
i	FATOR DE EFICIÊNCIA		0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
j	LARGURA DE OPERAÇÃO	m	2,13	3,55	2,65			
l	LARGURA DE SUPERPOSIÇÃO	m	0,20	0,20	0,20			
m	LARGURA ÚTIL	m	1,93	3,35	2,45			1,94
n	NÚMERO DE PASSADAS		8	8	6			6
o	PROFUNDIDADE							
p	TEMPO FIXO (CARGA, DESCARGA E MANOBRA)	min		0,25		3,60	38	
q	TEMPO PERCURSO (IDA)	min		2,78			10	
r	TEMPO DE RETORNO	min		2,78			10	
s	TEMPO TOTAL DE CICLO	min		5,81		3,60	58	
t	VELOCIDADE (IDA) MÉDIA	m/min	70	110,00	80		500	67
u	VELOCIDADE RETORNO	m/min	70	110,00	80		500	
OBSERVAÇÕES		FÓRMULAS						
ESPECIF. DE SERVIÇO: DNER-ES-303			$P = 60.f.i.m.t / n$	$P = 60.f.d.i.m / n.s$	$P = 60.f.i.m.t / n$	$P = 60.b.i. / c.s$	$P = 60.b.i. / c.s$	$P = 60.f.i.m.t / n$
<b>PRODUÇÃO HORÁRIA</b>			<b>152</b>	<b>195</b>	<b>294</b>	<b>102</b>	<b>141</b>	<b>195</b>
<b>NÚMERO DE UNIDADES</b>			<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1,49</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>UTILIZAÇÃO OPERATIVA</b>			<b>1,00</b>	<b>0,78</b>	<b>0,52</b>	<b>1,00</b>	<b>0,93</b>	<b>0,78</b>
<b>UTILIZAÇÃO IMPRODUTIVA</b>			<b>0,00</b>	<b>0,22</b>	<b>0,48</b>	<b>0,00</b>	<b>0,07</b>	<b>0,22</b>
<b>PRODUÇÃO DA EQUIPE</b>			<b>152</b>	<b>152</b>	<b>152</b>	<b>152</b>	<b>152</b>	<b>152</b>
MT/DNIT - Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes SISTEMA DE CUSTOS RODOVIÁRIOS – SICRO3		<b>PRODUÇÃO DAS EQUIPES MECÂNICAS</b>						

## ANEXO - F

**DNIT - Sistema de Custos Rodoviários**  
**Composição de Custo Unitário de Referência**
**SICRO3**  
**RCTR0220**
**Restauração Rodoviária**
**Atividade / Serviço: 5 S 02 200 01 - Base solo estabilizado granul. s/ mistura**
**Produção da Equipe:** 152,0000 m<sup>3</sup> **Adicional de Mão-de-Obra:** 0,00 (%)  
**Lucro e Despesas Indiretas:**
**A - Equipamento**

		Quantidade	Utilização	
			Operativa	Improd
E006	Motoniveladora - (93 kW)	1,00	0,78	0,22
E007	Trator Agrícola - (77 kW)	1,00	0,52	0,48
E013	Rolo Compactador - pé de carneiro autop. 11,25 t vibrat (85 W)	1,00	1,00	0,00
E101	Grade de Discos - GA 24 x 24	1,00	0,52	0,48
E105	Rolo Compactador - de pneus autoprop. 21 t (97 kW)	1,00	0,78	0,22
E404	Caminhão Basculante - 10 m3 - 15 t (170 kW)	1,49	1,00	0,00
E407	Caminhão Tanque - 10.000 l (170 kW)	1,00	0,93	0,07

**B - Mão-de-Obra**

		Quantidade
T511	Encarreg. de pavimentação	1,00
T701	Servente	3,00

**D - Atividades**

		Quantidade	Unidade
1A01 10001	Limpeza camada vegetal em jazida (const e restr.)	0,7000	m2
1A0110501	Expurgo de jazida (const e restr)	0,2000	m3
1A01 12001	Escav. e carga de mater. de jazida(const e restr)	1,1500	m3

**F - Transporte de Materiais Produzidos**

		Quantidade	Unidade
1A01 12001	Escav. e carga de mater. de jazida(const e restr)	1,8400	t/m <sup>3</sup>

**Observações:** Especificação de serviço: DNER-ES-303.

O transporte deve ser calculado na fase de orçamento, com as distâncias médias de transporte de cada trecho, utilizando-se as composições de momentos de transporte do SICRO3.

As quantidades indicadas nos itens de transporte de materiais referem-se ao consumo de materiais a serem transportados, por unidade de serviço.

## ANEXO - G

CÓDIGO: 5.S.02.905.00		SERVIÇO: Remoção Mecanizada de Revestimento Betuminoso			UNIDADE m <sup>3</sup>
VARIÁVEIS INTERVENIENTES		EQUIPAMENTOS			
		Moto-niveladora 93 kW	Carregadeira de Pneus 79 kW	Caminhão Basculante 10m <sup>3</sup> 135 kW	
a	AFASTAMENTO				
b	CAPACIDADE	m <sup>3</sup>	1,3	15	
c	CONSUMO (QUANTIDADE)			2,4	
d	DISTÂNCIA	m	150		
e	ESPAÇAMENTO				
f	ESPESSURA	m	0,05		
g	FATOR DE CARGA		0,70		
h	FATOR DE CONVERSÃO		0,57		
i	FATOR DE EFICIÊNCIA		0,75	0,75	
j	LARGURA DE OPERAÇÃO	m	3,55		
l	LARGURA DE SUPERPOSIÇÃO	m	0,20		
m	LARGURA ÚTIL	m	3,35		
n	NÚMERO DE PASSADAS				
o	PROFUNDIDADE				
p	TEMPO FIXO (CARGA, DESCARGA E MANOBRA)	min		3,60	
q	TEMPO PERCURSO (IDA)	min	10,00		
r	TEMPO DE RETORNO	min	10,00		
s	TEMPO TOTAL DE CICLO	min	20,00	0,60	3,60
t	VELOCIDADE (IDA) MÉDIA	m/min	15,00		
u	VELOCIDADE RETORNO	m/min	15,00		
OBSERVAÇÕES	FÓRMULAS				
	$P = 60.d.f.i.m / s$	$P = 60.b.g.h.i / s$	$P = 60.b.i / c.s$		
<b>PRODUÇÃO HORÁRIA</b>	<b>57</b>	<b>39</b>	<b>78</b>		
<b>NÚMERO DE UNIDADES</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0,50</b>		
<b>UTILIZAÇÃO OPERATIVA</b>	<b>0,68</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>		
<b>UTILIZAÇÃO IMPRODUTIVA</b>	<b>0,32</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>		
<b>PRODUÇÃO DA EQUIPE</b>	<b>39</b>	<b>39</b>	<b>39</b>		
<b>MT/DNIT - Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes</b> SISTEMA DE CUSTOS RODOVIÁRIOS – SICRO3		<b>PRODUÇÃO DAS EQUIPES MECÂNICAS</b>			

## ANEXO - H

**DNIT - Sistema de Custos Rodoviários**  
**Composição de Custo Unitário de Referência**
**SICRO3**  
 RCTR0220

**Restauração Rodoviária**
**Atividade / Serviço: 5 S 02 905 00 - Remoção mecanizada de revestimento betuminoso**
**Produção da Equipe:** 39,0000 m<sup>3</sup>  
**Lucro e Despesas Indiretas:**
**Adicional de Mão-de-Obra:** 0,00 (%)

**A - Equipamento**

		Quantidade	Utilização	
			Operativa	Improd
E006	Motoniveladora - (93 kW)	1,00	0,68	0,32
E016	Carregadeira de Pneus - 1,33 m <sup>3</sup> (79 kW)	1,00	1,00	0,00
E404	Caminhão Basculante - 10 m <sup>3</sup> - 15 t (170 kW)	0,50	1,00	0,00

**B - Mão-de-Obra**

		Quantidade
T501	Encarregado de turma	0,50
T701	Servente	4,00

**E - Transporte de Materiais**

		Quantidade	Unidade
M999	Material retirado da pista	2,4000	t/m <sup>3</sup>

**Observações:** O transporte deve ser calculado na fase de orçamento, com as distâncias médias de transporte de cada trecho, utilizando-se as composições de momentos de transporte do SICRO3.

As quantidades indicadas nos itens de transporte de materiais referem-se ao consumo de materiais a serem transportados, por unidade de serviço.