

O Impacto do custo improdutivo dos equipamentos em obras de construção rodoviárias

Aroldo Felix de Lima Junior (UTFPR) aroldo.lima@outlook.com.br

Carlos Alberto da Costa (UTFPR) cabeto.utfpr@gmail.com

Adalberto Matoski (UTFPR) adalberto@utfpr.edu.br

Resumo:

A improdutividade dos equipamentos é um item importante nos orçamentos de obras de infraestrutura, podendo impactar significativamente no custo das mesmas, embora seja, muitas vezes, subestimada pelos seus gerentes. O objetivo deste trabalho foi verificar o real impacto do custo improdutivo dos equipamentos pesados no resultado das obras rodoviárias, através do levantamento do tempo improdutivo destes equipamentos. O método adotado foi o estudo de caso. Foram analisadas três obras de pavimentação asfáltica: Rodovia SP-270 em São Paulo, Rodovia BR-392 no Rio Grande do Sul e Rodovia BR-040 em Minas Gerais. A coleta dos dados foi feita através de consulta a fichas de apropriação de horas de equipamentos daquelas obras e os resultados obtidos demonstraram um impacto negativo alto no resultado das mesmas, podendo inclusive comprometer o equilíbrio econômico dos referidos contratos. Buscou-se também definir os motivos de tais improdutividades para auxiliar os gerentes de obra em seus orçamentos e no controle destes custos durante a execução dos serviços.

Palavras chave: Tempo improdutivo, Custo improdutivo, Equipamento, Orçamento, Obra rodoviária.

The impact unproductive cost of equipment in road construction works

Abstract

The lack of productivity of the equipment is an important item in the budgets of infrastructure works and can significantly influence the cost of the same, although their managers often underestimate it. The aim of this study was to assess the real impact of unproductive cost of heavy equipment on the result of road works, through the lifting of the downtime of this equipment. The method used was the case study. Three works of asphalt pavements were analyzed: SP-270 highway in São Paulo, BR-392 highway in Rio Grande do Sul and BR-040 highway in Minas Gerais. Data collection was done by looking at the equipment hours of appropriation chips of those works and the results demonstrated a high negative impact on the result of the same, and may even compromise the economic equilibrium of the contracts. It attempted to also define the reasons for such lack productivity to assist project managers in their budgets and control of these costs during the performance of services.

Key-words: Unproductive time, Unproductive cost, Equipment, Budget, Roadwork.

1. Introdução

O setor da construção está dividido em três segmentos: construção de edifícios (também conhecido como edificação ou construção civil), obras de infraestrutura (mais popularmente chamado de construção pesada) e serviços especializados para construção que envolve consultorias e projetos. As obras de infraestrutura por sua vez, compreendem: a construção

de autoestradas, vias urbanas, pontes, túneis, ferrovias, metrô, pistas de aeroportos, portos, redes de abastecimento de água, sistemas de irrigação, sistemas de esgoto, instalações industriais, redes de transporte por dutos (gasodutos, minerodutos, oleodutos), linhas de eletricidade, instalações esportivas, entre outros (IBGE, 2016).

Nos últimos anos houve um grande investimento nas obras de infraestrutura, tanto por parte da iniciativa privada como por parte dos órgãos públicos, principalmente pelo governo federal, através de programas tais como o Plano de Aceleração do Crescimento (PAC) 1 e 2, ou do Programa de Investimentos em Logística (PIL), que prevê a abertura à participação privada de concessões de rodovias e ferrovias, das obras para os grandes eventos esportivos e mais recentemente das concessões de portos e aeroportos (PEDUZZI, 2015).

Entretanto, o ritmo deste avanço ainda é lento e o Brasil permanece com enorme carência em infraestrutura. Os problemas mais comuns que enfrentamos com nossa infraestrutura de transporte são: portos sobrecarregados, com limitações de espaço nos terminais, falta de acessos rodoviários e ferroviários, subutilização e falta de manutenção em hidrovias, ferrovias com gargalos físicos, financeiros e institucionais, rodovias em más condições de conservação, entre outros (CNT, 2013).

Um dos maiores desafios para as empresas do setor de obras de infraestrutura é expandir seus negócios num mercado extremamente competitivo, em meio a um cenário de incertezas e de preços baixos, com pouca margem de lucro e de alto risco.

Devido ao porte e à complexidade das obras do setor de construção pesada, as mesmas exigem a utilização de equipamentos pesados e consequentemente altos valores para aquisição, operação e manutenção. Identificar e quantificar todos os custos relacionados aos equipamentos é de suma importância nos orçamentos para obras de infraestrutura, pois a parcela do custo correspondente aos equipamentos, comparada ao custo total da obra, é significativa. O impacto no custo das obras de infraestrutura devido às variações nos consumos dos insumos, que são resultado das características e das condições em que os trabalhos são realizados, pode ser de 13 a 30%, sendo que este impacto ocorre especialmente pela baixa produtividade dos equipamentos (CARVALHO e PINI 2013).

O objetivo deste trabalho, portanto foi verificar o real impacto do custo improdutivo dos equipamentos pesados nos casos de três obras rodoviárias, através do levantamento do tempo improdutivo destes equipamentos.

2. Revisão bibliográfica

2.1 Infraestrutura de transportes

Segundo UFPR (2013), “transporte é um meio que viabiliza de forma econômica os deslocamentos para satisfação de necessidades pessoais ou coletivas, sendo que, os maiores benefícios produzidos são a mobilidade e acessibilidade”.

A infraestrutura de transporte compreende os seguintes modelos de transporte: rodoviário, ferroviário, aquaviário (fluvial ou marítimo), dutoviário e aeroviário. Em se tratando da infraestrutura de transportes brasileira, nota-se que seu planejamento ao longo de décadas privilegiou os investimentos no modal rodoviário, o que não é uma prática recomendada para países com grande extensão territorial, haja vista que o custo de operação deste é superior aos demais, como por exemplo, o modal ferroviário e o modal hidroviário, conforme demonstra a Figura 1.

Modal	Centavos US\$ / km
Aéreo	14
Rodoviário	4 a 5
Ferrovário	0,3 a 1,0
Navio Cargueiro	0,06 a 0,24
Navio Graneleiro	0,02 a 0,04

Figura 1 – Comparativo de custos entre modais
Fonte: UFPR (2009)

2.2 Obras rodoviárias

Obras de construção rodoviárias são aquelas obras de implantação de vias rurais, geralmente subdivididas nos grupos de serviços: terraplenagem; pavimentação; drenagem; obras de arte corrente e especiais; sinalização; e serviços complementares.

Para Ricardo e Catalani (2007), terraplenagem ou movimentação de terras é “o conjunto de operações necessárias à remoção do excesso de terra para locais onde esta esteja em falta, tendo em vista um determinado projeto a ser implantado”.

Senço (1997) define pavimentação como sendo “a estrutura construída sobre a terraplenagem e destinada, técnica e economicamente, a resistir aos esforços verticais oriundos do tráfego e distribuí-lo, melhorar as condições de rolamento quanto ao conforto e segurança, resistir aos esforços horizontais (desgaste), tornando mais durável a superfície de rolamento”. Os revestimentos mais comuns existentes no Brasil são: concreto armado, betuminosos, blocos de concreto pré-moldados, os calçamentos de paralelepípedos e alvenaria poliédrica.

Conforme Brasil (2006a): “a drenagem superficial de uma rodovia tem como objetivo interceptar e captar, conduzindo ao deságue seguro, as águas provenientes de suas áreas adjacentes e aquelas que se precipitam sobre o corpo estradal, resguardando sua segurança e estabilidade”.

Obras de Arte Correntes (OAC) são estruturas muito utilizadas para drenagem de rodovias e são derivadas de projetos padrão, como por exemplo bueiros, drenos e pontilhões. Já as Obras de Arte Especiais (OAE) são estruturas utilizadas para transposição de obstáculos e cujos projetos são exclusivos, por isso o nome especiais. Constituem exemplos de OAE as pontes, viadutos, túneis, passarelas, muros de arrimo, entre outros. Execução de cercas, plantio de gramas, árvores e arbustos, abrigos de ônibus, barreiras de concreto, defensas metálicas e obras de contenção são algumas das obras ditas complementares.

Segundo Brasil (2010), “a sinalização permanente, composta em especial por sinais em placas e painéis, marcas viárias e dispositivos auxiliares, constitui-se num sistema de dispositivos fixos de controle de tráfego que, ao serem implantados nas rodovias, ordenam, advertem e orientam os seus usuários”.

2.3 Equipamentos mecânicos de construção de rodovias

A mecanização surgiu por um lado em consequência de escassez e encarecimento da mão de obra causados, sobretudo, pela industrialização; e por outro pela alta eficiência mecânica dos equipamentos, traduzindo-se em grande produtividade, a qual conduz a preços mais baixos, se comparados com os obtidos manualmente, especialmente em virtude da redução de mão de obra (RICARDO e CATALINI, 2007).

As máquinas e equipamentos são fator predominante e grandes responsáveis, pela

produtividade e velocidade na execução dos serviços, existindo grande diversidade de máquinas disponíveis no mercado, com diferentes funções, capacidade de operação, potência e fabricantes, atendendo praticamente todo e qualquer serviço a ser realizado em obras rodoviárias, tais como escavação, transporte de material, compactação e produção de concretos betuminosos e cimentícios. Alguns deles estão exemplificados na Figura 2.



Figura 2 – Exemplos de equipamentos para pavimentação
Fonte: Jaworski (2011)

2.4 Orçamentação de obra

Executar uma obra de engenharia compreende realizar racionalmente inúmeras tarefas ou atividades dependentes ou não uma das outras. Essas atividades surgidas da decomposição da obra são chamadas de serviços. Quando estes serviços puderem ser quantificados através de algum tipo de medição, serão chamados de serviços diretos e seu custo correspondente chamado de custo direto. Já os serviços indiretos não podem ser quantificados e são representados por uma verba ou um valor fixo por uma unidade de tempo qualquer, sendo mais comum a utilização de um custo fixo mensal. Gadelha (2006) define os custos diretos e indiretos como sendo:

Custos Diretos – o conjunto de custos ligados diretamente às quantidades da planilha, e cujos preços unitários normalmente não se alteram se as quantidades sofrerem variação, exceto quando a atividade é comprimida, objetivando a redução do prazo, exigindo com isso uma injeção de recursos, provocando um aumento no preço.

Custos Indiretos – quando os custos são abrangentes para todo o projeto e não se relacionam individualmente com a duração de cada atividade, sendo, entretanto, diretamente proporcionais ao prazo da obra.

Os serviços diretos são remunerados diretamente pela realização do contrato, enquanto os demais custos sejam eles os custos indiretos, tributos, custos financeiros, riscos e imprevistos, seguros, garantias e o lucro são contemplados através dos Benefícios e Despesas Indiretas (BDI), que nada mais é do que uma taxa sobre o custo direto, compondo assim o preço de venda.

Para Dias (2011), o BDI “é o rateio do Lucro (B) mais os Custos Indiretos (DI) aplicado aos Custos Diretos (CD). O BDI poderia ser admitido como sendo a sigla LCI – Lucro e Custo Indireto”. Portanto, o preço de venda de determinada obra se dará pela soma do custo direto total e do BDI.

Há três diferentes grupos de insumos a ser considerados nos orçamentos de obras: material, mão de obra e equipamento. Insumos do grupo material terão seus custos formados pelo preço

do material, incluindo o transporte e os tributos e taxas necessárias, sendo quantificados através de unidades geométricas, unidades de massa, unidades de energia ou outras específicas. Já para a mão de obra, o custo será formado pelo salário mais os encargos sociais e a unidade de medida será o tempo, podendo ser expresso em hora ou mês. Os insumos do tipo equipamento terão seu custo formado pelas despesas de operação, manutenção e de propriedade e serão representados pela unidade de tempo hora.

Na orçamentação é necessário determinar, além dos custos com materiais, a produção da equipe considerando o tempo produtivo e improdutivo de cada um dos equipamentos e o custo horário operativo e improdutivo dos mesmos. A variação da produção da equipe mecânica tem um peso grande nos orçamentos de obras de infraestrutura. Jaworski (2011), define a produção como sendo “a quantidade de material movimentado em uma hora de trabalho” e, segundo Gadelha (2006), “ela é função das características dos equipamentos como a velocidade, a capacidade e a largura de operação”.

Para determinar a produção horária, é necessário calcular o ciclo dos equipamentos em função das suas características e aplicar os fatores para correção. O fator de conversão é referente à variação do volume do material que ocorre durante a execução do serviço, o fator de carga é a relação entre a capacidade efetiva do equipamento e a capacidade nominal e o fator de eficiência (E) é o coeficiente da diferença entre a produção instantânea e a produção média num período para um determinado equipamento. Essa diferença ocorre devido às perdas de tempo (improdutividade) que acontecem durante a realização do trabalho e que não são percebidas instantaneamente.

Jaworski (2011), afirma ainda que “se não houvesse perda de tempo na jornada diária de trabalho, a eficiência seria de cem por cento (100 %) e o valor do fator E seria igual a 1”. Segundo o autor, “a espera de unidades auxiliares, pequenos reparos mecânicos e manutenção preventiva, breves pausas causadas pela fadiga do operador e recebimento ou transmissão de instruções”, seriam razões para perda de produtividade.

O custo de um equipamento deve ser composto por: Custos de Propriedade: depreciação, custo de oportunidade do capital, seguros e impostos; Custos de Manutenção: reparos em geral, material rodante, pneus e partes de desgaste (bordas cortantes, dentes de caçamba, ferramenta de penetração no solo, entre outras); e Custos de Operação: combustível, filtros e lubrificantes e mão de obra de operação BRASIL (2003).

O intervalo de tempo em que os equipamentos trabalham pode ser classificado em: operativo (produtivo e em esperas) e improdutivo. No tempo produtivo, o equipamento está efetivamente executando alguma tarefa com o motor ligado. Quando em espera, o equipamento está aguardando, sem desligamento de motor, que algum outro componente da patrulha complete sua parte, de modo a abrir frente para que ele possa atuar. Os tempos improdutivos ocorrem quando os equipamentos permanecem vinculados aos serviços com seus operadores mobilizados, mesmo que seus motores estejam desligados (BRASIL, 2003).

Durante a execução de uma obra ocorrerão outras situações, além das citadas anteriormente, nas quais as equipes terão de ficar paradas, ou seja, sem operar, ocasionando ociosidade e consequente redução da produtividade da equipe e acréscimo de custo do serviço. Essas paradas denominadas impeditividades, não estarão cobertas pelo fator de eficiência (E). As impeditividades não se confundem com fator de eficiência, não sendo possível considerá-las pressupostas nas composições de custos unitários dos bancos de dados referenciais. Alguns fatores de impeditividades são: período de cadastramento e integração, diálogo diário de segurança, meio ambiente e saúde, auditoria comportamental, deslocamentos e velocidade controlada (MATTOS, 2014).

Ao adquirir um equipamento novo o mesmo vai perdendo valor de mercado com o passar do tempo, ou seja, vai depreciando devido ao seu desgaste e obsolescência tecnológica. Esse custo de depreciação é significativamente maior nos primeiros anos de vida da máquina e com o passar do tempo vai diminuindo. Existe um momento, em que as economias de custo de manutenção, que se pode obter pela utilização de um equipamento novo, são suficientes para cobrir a diferença para mais no custo de depreciação. Este seria o ponto ideal de troca, pois, embora nesse preciso instante, os custos totais das duas opções sejam os mesmos, o equipamento antigo entrará, daí por diante, em regime de custos crescentes e o novo em regime de custos decrescentes (BRASIL, 2003).

3. Metodologia

A estratégia escolhida para realizar a pesquisa foi o Estudo de Caso, dado à variedade de fatores que podem influenciar nos resultados, que são de difícil controle e reprodução experimental; pela disponibilidade destes casos para o estudo; e pelo período de tempo limitado.

A investigação abordou o caso de uma empresa de construção do ramo de obras de infraestrutura, com quase 50 anos de experiência em obras rodoviárias, já tendo atuado em todas as regiões do país e inclusive em outros países.

Ao todo foram coletados dados de três obras, sendo elas: Obra 01 – Execução das obras e serviços de recuperação da Rodovia SP-270; Obra 02 – Obras de terraplenagem, pavimentação, drenagem, sinalização e obras de artes especiais na restauração da Rodovia BR-392/RS; e Obra 03 – Obras de duplicação, recapeamento, restauração e pavimentação da Rodovia BR-040/MG.

Essas obras apresentaram quantidades expressivas de serviços, com grandes volumes de movimentação de terra, escavação em rocha, obras de contenção de encostas, restauração de pavimento antigo e execução de pavimento novo (sendo 16 km na SP-270, 25 km na BR-392 e 35 km na BR-040). Por consequência, esses serviços exigiram a utilização de equipamentos pesados de construção, principalmente de equipamentos de terraplenagem e de pavimentação, como caminhões basculantes, escavadeiras, tratores de esteiras, pás carregadeiras, motoniveladoras, rolos compactadores, caminhões espargidores, vibro acabadoras, fresadoras, entre outros. Inclusive sendo necessária a instalação de setores industriais com central de britagem, usina de asfalto e usina de solos.

Os dados necessários para o levantamento do tempo produtivo e improdutivo foram coletados diretamente nas frentes de serviço da obra, através de apontamentos dos Apontadores de Campo em fichas de apropriação padrão. As coletas eram diárias, feitas por equipamento e ocorreram durante todo o prazo das obras (19 meses, 53 meses e 46 meses, para as obras 01, 02 e 03 respectivamente).

Buscou-se identificar as horas perdidas, ou seja, o tempo improdutivo dos equipamentos devido a: atrasos de início; reabastecimento; falta de energia; lavagem; paradas para alimentação do operador; palestras, treinamentos e auditorias; falta de mão de obra de operação; manutenção preventiva; manutenção corretiva; falta de equipamento chave ou de equipamento complementar; falta de projeto ou licenças; falta de frente de serviço; falta de matéria-prima; ajustes ou regulagens; deslocamentos; e chuvas.

4. Análise e discussão

Através da coleta dos dados das fichas de apropriação, chegou-se aos tempos disponíveis, produtivos e improdutivos para cada equipamento mobilizado na obra. Esses dados foram analisados por família (modelo) de equipamento.

Os tempos ou horas disponíveis, representam as horas em que os equipamentos estavam aptos a operar e foram obtidos através do turno de trabalho da obra. As horas produtivas são àquelas horas em que os equipamentos estão operando, ou seja, gerando receita e resultam das horas disponíveis menos as horas perdidas. As horas improdutivas são as horas perdidas, em que os equipamentos estavam aptos a operar, mas por algum motivo não o fizeram.

Em resumo, na Obra 01 os equipamentos permaneceram a disposição para operação por 100.389h, no entanto, só foram utilizados em 35.232h, cerca de 35% do tempo total (35.232h / 100.389h), ficando 65.157h sem operar, 65 % do tempo (65.157h / 100.389h).

Na Obra 02, o tempo disponível foi de 422.994h, o tempo produtivo foi de 142.523h ou 34% do total (142.523h / 422.994h) e o improdutivo foi de 280.471h ou 66% do tempo total (280.471h / 422.994h).

Na Obra 03, os equipamentos estiveram disponíveis por 939.150h, mas produtivos somente em 364.981h, 39% do tempo (364.981h / 939.150h) e improdutivos por 574.168h ou 61% do tempo (574.168h / 939.150h).

A taxa média de tempo produtivo é inferior a 40% e isto significa que para cada hora de trabalho efetivo do equipamento, será preciso que o mesmo fique duas horas e meia a disposição na obra para realizar o serviço ou para cada hora de trabalho o equipamento ficará uma hora e meia parado.

Para entender melhor o motivo do elevado tempo improdutivo, superior a 60% do tempo total disponível, é necessário observar onde e quando se tem maior improdutividade: na administração (acampamento), na operação (canteiro), na manutenção (setor de manutenção) ou por mau tempo. A Tabela 1 apresenta, dentre outros dados, essa separação para o primeiro caso da Obra 01.

EQUIPAMENTO	HORAS DISPONÍVEIS	HORAS PRODUTIVAS	HORAS PERDIDAS ADM.	HORAS PERDIDAS MANUTENÇÃO	HORAS PERDIDAS OPERAÇÃO	HORAS PERDIDAS MAU TEMPO	HORAS PERDIDAS TOTAL	CUSTO HORÁRIO IMPRODUTIVO	CUSTO IMPRODUTIVO TOTAL
Caminhão Basculante 10 m³	8.513	3.853	812	706	2.181	961	4.660	R\$ 18,08	R\$ 84.252,80
Caminhão Basculante 6 m³	20.383	9.088	1.857	406	7.008	2.024	11.295	R\$ 18,08	R\$ 204.204,56
Caminhão Carroceria	2.998	1.511	291	93	830	273	1.487	R\$ 18,08	R\$ 26.884,96
Caminhão Carroceria c/ Munck 9,0 t	3.175	1.133	296	251	1.194	301	2.042	R\$ 18,08	R\$ 36.919,36
Caminhão Espargidor	6.102	1.258	557	62	3.595	630	4.844	R\$ 18,08	R\$ 87.570,48
Caminhão Pipa	5.621	1.745	502	24	2.849	502	3.876	R\$ 18,08	R\$ 70.078,08
Conjunto de Britagem	2.942	1.529	211	502	501	199	1.413	R\$ 24,28	R\$ 34.307,64
Escavadeira Hidráulica	5.357	2.228	494	940	1.323	372	3.129	R\$ 21,31	R\$ 66.686,24
Fresadora de asfalto	875	199	81	11	483	102	676	R\$ 21,31	R\$ 14.405,56
Motoniveladora	7.378	2.006	690	1.656	2.496	530	5.372	R\$ 24,28	R\$ 130.440,90
Pá Carregadeira	9.225	3.442	865	1.185	2.911	822	5.783	R\$ 24,28	R\$ 140.411,24
Retroescavadeira	4	4	0	0	0	0	0	R\$ 24,28	R\$ 0,00
Rolo Compactador Corrugado	1.849	242	171	106	1.144	186	1.607	R\$ 16,42	R\$ 26.386,94
Rolo Compactador Liso	2.637	562	245	63	1.484	283	2.075	R\$ 16,42	R\$ 34.071,50
Rolo Compactador Pneus	6.000	1.453	548	573	2.772	654	4.547	R\$ 16,42	R\$ 74.661,74
Rolo Compactador Tandem	3.722	1.168	340	65	1.789	360	2.554	R\$ 16,42	R\$ 41.936,68
Trator Agrícola	3.559	520	324	47	2.258	410	3.039	R\$ 16,42	R\$ 49.905,96
Trator de Esteira	2.812	940	266	225	1.174	207	1.872	R\$ 24,28	R\$ 45.452,16
Usina de Asfalto	2.204	835	202	216	752	199	1.369	R\$ 21,31	R\$ 29.173,39
Vibro acabadora de Asfalto	5.033	1.516	458	610	1.934	516	3.517	R\$ 21,31	R\$ 74.953,66
TOTAL	100.389	35.232	9.210	7.740	38.677	9.531	65.157		R\$ 1.272.703,85
%			14,14%	11,88%	59,36%	14,63%	100,00%		100,00%

TABELA 1 – Horas e custos improdutivos na Obra 01

No caso da Obra 01, o principal tipo de perda observada foi na produção (setor de operação) com 38.677 horas, ou seja, foram perdas que ocorreram por problemas operacionais: falta de equipamento, falta de projeto ou licenças, falta de frente de serviço, falta de matéria-prima; ajustes ou regulagens e deslocamentos dos equipamentos.

A Tabela 2 também apresenta essa mesma separação onde se pode ter improdutividade: na

administração (acampamento), na operação (canteiro), na manutenção (setor de manutenção) ou por mau tempo, agora para o segundo caso da Obra 02.

EQUIPAMENTO	HORAS DISPONÍVEIS	HORAS PRODUTIVAS	HORAS PERDIDAS ADM.	HORAS PERDIDAS MANUTENÇÃO	HORAS PERDIDAS OPERAÇÃO	HORAS PERDIDAS MAU TEMPO	HORAS PERDIDAS TOTAL	CUSTO HORÁRIO IMPRODUTIVO	CUSTO IMPRODUTIVO TOTAL
Caminhão Basculante 10 m³	1.124	645	83	68	257	71	479	R\$ 15,49	R\$ 7.419,71
Caminhão Basculante 6 m³	35.521	6.630	3.171	2.062	19.755	3.903	28.891	R\$ 15,49	R\$ 447.527,17
Caminhão Carroceria	16.104	5.389	1.410	1.012	6.418	1.876	10.716	R\$ 15,49	R\$ 165.987,74
Caminhão Carroceria c/ Munck 9,0 t	9.508	2.410	843	561	4.585	1.109	7.098	R\$ 15,49	R\$ 109.953,29
Caminhão Espargidor	21.196	3.606	1.914	1.256	12.162	2.258	17.590	R\$ 15,49	R\$ 272.464,45
Caminhão Fora-de-Estrada Articulado	10.631	2.726	886	908	5.045	1.066	7.905	R\$ 15,49	R\$ 122.448,45
Caminhão Fora-de-Estrada Rígido	15.108	5.128	1.450	503	6.195	1.831	9.980	R\$ 15,49	R\$ 154.585,24
Caminhão Pipa	39.589	8.608	3.546	2.561	20.238	4.636	30.981	R\$ 15,49	R\$ 479.901,89
Conjunto de Britagem	16.070	9.901	1.382	821	2.380	1.586	6.169	R\$ 20,36	R\$ 125.594,32
Escavadeira Hidráulica	56.148	32.885	4.543	3.564	9.447	5.709	23.263	R\$ 19,00	R\$ 441.997,00
Motoniveladora	37.192	13.339	3.461	3.705	13.157	3.529	23.853	R\$ 20,36	R\$ 485.638,94
Pá Carregadeira	23.525	11.450	2.248	1.887	5.892	2.048	12.075	R\$ 20,36	R\$ 245.847,00
Rolo Compactador Comugado	4.109	1.555	320	303	1.530	401	2.554	R\$ 16,51	R\$ 42.171,49
Rolo Compactador Liso	39.585	9.798	3.513	3.071	18.857	4.347	29.787	R\$ 16,51	R\$ 491.789,97
Rolo Compactador Pneus	13.881	3.139	1.204	1.562	6.239	1.737	10.742	R\$ 16,51	R\$ 177.350,42
Rolo Compactador Tandem	6.902	1.504	609	1.091	2.869	830	5.398	R\$ 16,51	R\$ 89.125,93
Trator Agrícola	11.973	1.243	1.105	430	7.673	1.522	10.730	R\$ 16,51	R\$ 177.157,25
Trator de Esteira	42.711	16.771	3.534	6.219	11.986	4.201	25.940	R\$ 20,36	R\$ 528.132,29
Usina de Asfalto	5.940	1.715	528	272	2.717	708	4.225	R\$ 19,00	R\$ 80.275,00
Usina de Solos	7.290	1.911	665	109	3.867	738	5.379	R\$ 19,00	R\$ 102.207,46
Vibro acabadora de Asfalto	8.886	2.170	750	1.547	3.274	1.145	6.716	R\$ 19,00	R\$ 127.609,70
TOTAL	422.994	142.523	37.165	33.513	164.543	45.252	280.471		R\$ 4.875.184,72
%			13,25%	11,95%	58,67%	16,13%	100,00%		100,00%

TABELA 2 – Horas e custos improdutivos Obra 02

No caso da Obra 02, o principal tipo de perda observada também foi na produção (setor de operação) com 164.543 horas perdidas representando quase 59% do tempo perdido.

A Tabela 3 apresenta a separação entre as perdas na administração (acampamento), na operação (canteiro), na manutenção (setor de manutenção) ou por mau tempo, para o terceiro caso da Obra 03.

EQUIPAMENTO	HORAS DISPONÍVEIS	HORAS PRODUTIVAS	HORAS PERDIDAS ADM.	HORAS PERDIDAS MANUTENÇÃO	HORAS PERDIDAS OPERAÇÃO	HORAS PERDIDAS MAU TEMPO	HORAS PERDIDAS TOTAL	CUSTO HORÁRIO IMPRODUTIVO	CUSTO IMPRODUTIVO TOTAL
Caminhão Basculante 10 m³	242.379	101.020	19.020	16.550	83.264	22.525	141.359	R\$ 18,25	R\$ 2.579.798,10
Caminhão Betoneira	16.761	8.115	1.262	245	5.415	1.724	8.646	R\$ 18,25	R\$ 157.789,50
Caminhão Bomba de Concreto	5.208	372	422	344	3.528	542	4.836	R\$ 18,25	R\$ 88.257,00
Caminhão Carroceria	12.954	7.036	800	376	3.839	903	5.918	R\$ 18,25	R\$ 108.003,50
Caminhão Carroceria c/ Munck 9,0 t	9.249	3.752	714	65	4.060	658	5.497	R\$ 18,25	R\$ 100.320,25
Caminhão Espargidor	32.212	5.653	2.786	926	19.835	3.012	26.559	R\$ 18,25	R\$ 484.701,75
Caminhão Fora-de-Estrada Rígido	24.105	11.878	1.855	2.171	6.650	1.551	12.227	R\$ 18,25	R\$ 223.142,75
Caminhão Pipa	106.737	36.869	8.575	7.105	44.512	9.676	69.868	R\$ 18,25	R\$ 1.275.091,00
Conjunto de Britagem	25.244	14.521	1.786	2.107	5.819	1.010	10.722	R\$ 22,48	R\$ 241.035,96
Escavadeira Hidráulica	51.479	37.384	3.672	904	6.966	2.553	14.095	R\$ 22,57	R\$ 318.133,18
Fresadora de asfalto	2.144	522	186	0	1.206	230	1.622	R\$ 22,57	R\$ 36.608,54
Motoniveladora	74.050	32.654	5.752	5.454	22.999	7.191	41.396	R\$ 22,48	R\$ 930.582,08
Motoscraper	8.866	8.474	16	253	123	0	392	R\$ 22,48	R\$ 8.812,16
Pá carregadeira	30.948	15.033	2.841	4.425	6.998	1.651	15.915	R\$ 22,48	R\$ 357.771,45
Rolo Compactador Comugado	84.676	18.418	6.998	8.467	43.109	7.684	66.258	R\$ 16,84	R\$ 1.115.788,09
Rolo Compactador Liso	19.360	3.393	1.676	1.664	11.185	1.442	15.967	R\$ 16,84	R\$ 268.884,28
Rolo Compactador Pneus	31.530	9.529	2.662	3.025	13.379	2.935	22.001	R\$ 16,84	R\$ 370.496,84
Rolo Compactador Tandem	17.816	4.019	1.547	601	9.772	1.877	13.797	R\$ 16,84	R\$ 232.341,48
Trator Agrícola	63.707	17.667	5.447	4.523	30.010	6.060	46.040	R\$ 16,84	R\$ 775.311,92
Trator de Esteira	52.117	19.395	4.018	2.505	21.030	5.169	32.722	R\$ 22,48	R\$ 735.592,81
Usina de Asfalto	8.863	4.114	767	492	2.784	706	4.749	R\$ 22,57	R\$ 107.184,93
Usina de Solos	8.536	1.963	749	678	4.652	494	6.573	R\$ 22,57	R\$ 148.345,61
Vibro acabadora de Asfalto	10.208	3.199	890	432	4.766	921	7.009	R\$ 22,57	R\$ 158.202,16
TOTAL	939.150	364.981	74.441	63.312	355.902	80.514	574.168		R\$ 10.822.195,32
%			12,97%	11,03%	61,99%	14,02%	100,00%		100,00%

TABELA 3 – Horas e custos improdutivos na Obra 03

No caso da Obra 03, o principal tipo de perda observada se repete e, assim como nas Obras 01 e 02, foi na produção (setor de operação) que se observou as 355.902 horas perdidas, representando quase 62% do tempo total perdido.

O principal motivo observado para essa situação foi que as obras analisadas passaram por interrupções e paralisações não programadas inicialmente que afetaram sensivelmente o andamento dos serviços e o planejamento da obra. Essas paralisações provocaram a falta de frente de serviços da obra e consequentemente o alto tempo improdutivo. Em geral, elas se deram por:

- a) Falta de desapropriações, que provocaram o seccionamento da obra não permitindo que os serviços fossem realizados de forma contínua, conforme o fluxo previsto no planejamento inicial, aumentando o número de mobilizações dos equipamentos durante a obra e o tempo improdutivo dos mesmos;
- b) Falta de licenças de instalação e operação do canteiro de obra, que provocaram atrasos principalmente no início da obra, em que mesmo mobilizados os equipamentos não puderam operar;
- c) Alterações de projetos técnicos nas obras que se fizeram necessárias para readequações e correção dos problemas que, em contrapartida, ocasionaram mais paralisações.

Outro aspecto importante a se analisar é a composição do custo horário improdutivo. Para o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) esse custo é formado apenas pela mão de obra de operação. Entretanto, para uma grande parte dos especialistas, ele deverá ser composto também pelos juros e amortização. Neste trabalho foram adotadas as tabelas referenciais do DNIT para o custo horário improdutivo dos equipamentos, por serem de abrangência nacional e por duas das três obras estudadas terem contrato com este órgão. O custo improdutivo total é obtido pelo produto do custo horário improdutivo pelas horas perdidas.

Os impactos das improdutividades dos equipamentos no resultado das três obras analisadas, considerando os valores adotados de custo horário improdutivo do DNIT, estão resumidos na Tabela 4.

	OBRA 01	OBRA 02	OBRA 03
Receita (R\$)	37.575.576,66	223.654.371,20	277.202.972,24
Improdutividade (R\$)	1.272.703,85	4.875.184,72	10.822.195,32
Impacto (%)	3,4%	2,2%	3,9%

TABELA 4 – Impacto do custo improdutivo nos três casos estudados

O custo improdutivo total na Obra 01 foi de R\$ 1.272.703,85, o que representa um impacto de 3,4% sobre a receita total da obra. Para a Obra 02 as improdutividades geraram um custo de R\$ 4.875.184,72, que representa 2,2% da receita e para a Obra 03 o custo improdutivo de R\$ 10.822.195,32 gera um impacto de 3,9% sobre sua receita.

Foram consideradas as receitas de serviço (faturamento) com preços base janeiro de 2016 e o custo improdutivo baseou-se no produto entre as horas improdutivas e o custo horário improdutivo do DNIT; e o impacto foi obtido através da razão entre o custo improdutivo e a receita.

5. Considerações finais

Foi possível notar a existência de inúmeros fatores que provocam a improdutividade das máquinas, sejam eles relacionados aos impedimentos originados das obrigações contratuais ou legislativas, aos problemas mecânicos, aos problemas operacionais ou devido às condições desfavoráveis do tempo.

Em resumo, através do estudo de caso de três obras, foi possível obter os valores das improdutividades dos equipamentos e relacioná-las à receita da obra, estimando seu impacto.

Desta forma, para os casos em estudo, obteve-se um impacto de 2,2%, 3,4% e 3,9% do custo improdutivo sobre a receita (faturamento).

Ao analisar as causas dessa improdutividade, estabeleceu-se que as horas perdidas ocorrem, em sua maioria (cerca de 60% das vezes), por falta de equipamentos, falta de projetos, falta de licenças, falta de frentes de serviço ou por deslocamentos excessivos das máquinas.

O que se pode fazer para reduzir o custo da improdutividade é evitar iniciar a obra enquanto os elementos relativos às questões burocráticas, como desapropriações, licenças e alvarás não estiverem resolvidos. Também é possível buscar obras com projetos de boa qualidade técnica evitando assim revisões e possíveis paralisações, além de se investir mais em estudos e no planejamento inicial da obra para evitar surpresas durante a realização dos serviços.

Referências

BRASIL. Ministério dos Transportes. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Manual de custos rodoviários: Volume I – Metodologia e Conceitos. 3ª ed. Rio de Janeiro: DNIT, 2003.

BRASIL. Ministério dos Transportes. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Manual de drenagem de rodovias. 2ª ed. Rio de Janeiro: DNIT, 2006a.

BRASIL. Ministério dos Transportes. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Manual de pavimentação. 3ª ed. Rio de Janeiro: DNIT, 2006b.

BRASIL. Ministério dos Transportes. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. *Manual de sinalização rodoviária*. 3ª ed. Rio de Janeiro: DNIT, 2010.

CARVALHO, L. F. de; PINI, M. S. *Engenharia de custos aplicada à construção civil*. São Paulo: PINI 2013. Disponível em: <http://www.piniweb.com.br/empresa/download/Engenharia_custos_aplicada_a_construcao_civil.pdf>. Acesso em: 12/08/2013.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. *Anuário CNT do Transporte*. Brasília: CNT, 2013.

DIAS, P. R. V. *Engenharia de custos: novo conceito de BDI*. 4ª ed. Rio de Janeiro: IBEC, 2011.

GADELHA, L. G. C. *Orçamento na construção pesada*. Recife: Bagaço, 2006.

IBGE. *Classificação Nacional de Atividades Econômicas - CNAE 2.0*. Disponível em: <<http://cnae.ibge.gov.br/estrutura/atividades-economicas-estrutura/cnae>>. Acesso em: 04/03/2016.

JAWORSKI, T. *Equipamentos para escavação, compactação e transporte*. Curitiba: UFPR, 2011.

MATTOS, A. D. *O impacto das impeditividades no orçamento*. São Paulo: PINI, 2014. Disponível em: <<http://blogs.pini.com.br/posts/Engenharia-custos/o-impacto-dasimpeditividades-no-orcamento-308154-1.aspx>>. Acesso em: 23/07/2014.

PEDUZZI, P. *Investimentos em infraestrutura ajudam a conciliar ajuste fiscal e crescimento*. Brasília: EBC, 2016. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/201512/infraestrutura-ajudara-conciliar-crescimento-e-ajuste-fiscal>>. Acesso em: 21/06/2016.

RICARDO, H. de S.; CATALINI, G. *Manual prático de escavação: terraplenagem e escavação de rocha*. 3ª ed. São Paulo: PINI, 2007.

SENÇO, W. *Manual de técnicas de pavimentação*. Volume I. 1ª ed. São Paulo: PINI, 1997.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ. Departamento de Transportes. *Composição de custo para obras rodoviárias*. Curitiba: UFPR, 2009b.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ. Departamento de Transportes. *Dispositivos de drenagem para obras rodoviárias*. Curitiba: UFPR, 2009a.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ. Departamento de Transportes. *Sistemas de transportes*. Curitiba: UFPR, 2013.