

**TRANSPORTE DE MINERIO DE FERRO EM CAMINHÕES FORA DE ESTRADA:  
UM ESTUDO SOBRE A INFLUÊNCIA DOS TEMPOS FIXOS NA PRODUTIVIDADE**

Franco, Luciano José Vieira<sup>(1)</sup> (lucianov\_franco@hotmail.com), Leite, Jussara Fernandes<sup>(2)</sup> (leite.jussara@yahoo.com.br), Ambrósio Neto, José<sup>(3)</sup> (joseambrosio@unipac.edu.br), Ferreira, Alexandre Mágnio Franco<sup>(4)</sup> (amff@uai.com.br), Marcenés, Thulio Marcus<sup>(5)</sup> (thuliiomarcus@hotmail.com.br).

- <sup>(1)</sup> Fundação Presidente Antônio Carlos (FUPAC); Engenharia Mecânica.  
<sup>(2)</sup> Fundação Presidente Antônio Carlos (FUPAC); Engenharia Mecânica.  
<sup>(3)</sup> Fundação Presidente Antônio Carlos (FUPAC); Engenharia Mecânica.  
<sup>(4)</sup> Fundação Presidente Antônio Carlos (FUPAC); Engenharia Mecânica.  
<sup>(5)</sup> Fundação Presidente Antônio Carlos (FUPAC); Engenharia Mecânica.

**RESUMO:** *Este artigo tem como objetivo analisar o processo de transporte de minério de ferro em caminhões fora de estrada com o propósito de verificar a influência dos tempos fixos na produtividade em uma Mina de Minério de Ferro da Região do Médio Piracicaba em Minas Gerais. O estudo constitui-se de um estudo de caso de natureza descritiva, exploratória e documental. Foi desenvolvido por meio de quatro etapas, que buscou inicialmente entender o processo de operação de mina e o carregamento e transportes de minério; na segunda etapa, dados foram coletados sobre os indicadores de desempenho da produtividade e dos tempos fixos; na terceira etapa, buscou-se conhecer o perfil dos operadores e registrar as causas do aumento dos tempos fixos levantadas pelos operadores; e na quarta etapa, foram coletados dados da produtividade. Com o desenvolvimento da pesquisa, foi possível analisar os efeitos dos tempos fixos da frota de caminhões fora de estrada, assim como verificar onde ocorreram as maiores perdas. Além disso, foi possível verificar o resultado da implementação das ações para reduzir os tempos fixos aumento a produtividade.*

**PALAVRAS-CHAVE:** *Tempos fixos. Produtividade. Carregamento. Transportes.*

**TRANSPORTATION OF IRON MINING IN TRUCKS OUTSIDE OF ROAD:  
A STUDY ON THE INFLUENCE OF FIXED TIMES ON PRODUCTIVITY**

**ABSTRACT:** *The objective of this paper is to analyze the process of transportation of iron ore in off - road trucks in order to verify the influence of fixed times on productivity in an Iron Ore Mine of the Middle Piracicaba Region of Minas Gerais. The study is a descriptive, exploratory and documentary case study. It was developed through four stages, which initially sought to understand the process of mine operation and the loading and transportation of ore; in the second stage data were collected on productivity and fixed time performance indicators; in the third stage, sought to know the profile of the operators and to record the causes of the increase of the fixed times raised by the operators; and in the fourth stage, productivity data were collected. With the development of the research, it was possible to analyze the effects of the fixed times of the fleet of off-road trucks, as well as to verify where the greatest losses occurred. In addition, it was possible to verify the result of the implementation of the actions to reduce fixed times increase productivity.*

**KEYWORDS:** *Fixed times. Productivity. Loading. Transport.*

## 1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, empresas da área de mineração de minério de ferro no Brasil passaram por um momento de queda de preço do seu produto. Outro fator que repercute nos resultados dessas organizações são suas atividades operacionais, que são caracterizadas por serem atividades de alto custo operacional. Tudo isso, estimulou essas empresas a desenvolverem e aperfeiçoarem seus métodos operacionais para aumentar a produção e reduzir os custos.

Assim, o acompanhamento e controle dos processos produtivos devem ser efetivos, de forma a identificar os desvios. Logo, os indicadores de desempenho tornam-se elementos essenciais, uma vez que seus resultados podem apresentar a performance do processo.

No processo de operação de mina a céu aberto, a produtividade de equipamentos de transporte (caminhões) e carga (máquinas de carga) pode ser controlada por indicadores de desempenho. Esses devem ser analisados e controlados de maneira efetiva e contínua para a implementação de ações corretivas e, conseqüentemente, melhorias, caso exista não conformidades ou ociosidade de equipamento.

O transporte de minério e estéril na mina que é objeto de estudo deste artigo é realizado por equipamento de grande porte, CAT-793 C/D (Caterpillar). Na mina, há caminhões com capacidade para transportar 250 toneladas de material por ciclo. Todo o ciclo operacional é controlado em tempo real por monitoramento de Sistema de Posicionamento Global (GPS), que é realizado por meio de um sistema, denominado de despacho de Mina. O sistema de despacho de mina é um programa de gerenciamento de mina que usa o que há de mais moderno em tecnologia de computadores, por meio de comunicação de dados.

Dentro deste contexto, este artigo tem como objetivo analisar o processo de transporte de minério de ferro em caminhões fora de estrada com o propósito de verificar a influência dos tempos fixos na produtividade em uma Mina de Minério de Ferro da Região do Médio Piracicaba em Minas Gerais.

Devido ao cenário pelo qual passa o setor de minério de ferro, as empresas competitivas deste seguimento tendem a cada dia buscar mecanismos para melhorias no processo, focando na produtividade e redução de custos e tempos de produção, mantendo os padrões de qualidade e segurança. Sobre essa abordagem, qualquer melhoria implementada contribui para a estabilidade da empresa.

## 1.1 Operação de carregamento e transporte na mineração a céu aberto

Em minas a céu aberto, as atividades iniciam-se com a preparação da área a ser lavrada para que ela possa ser perfurada e detonada. Então, a escavação e o carregamento são feitos por equipamentos de carga (pás carregadeiras ou escavadeiras) que ficam alocados nas frentes de lavra. Estes retiram o material e o carregam nos equipamentos de transporte, caminhões, correias transportadoras, vagões, entre outros. Os equipamentos de transporte levam o material até um determinado ponto de descarga. Esses pontos de descarga podem ser britadores, pilha estéril ou pilha pulmão, onde o ciclo da operação recomeça (QUEVEDO, 2009, *apud* BORGES, 2013).

Segundo Amaral (2008), *apud* Borges (2013), a seleção de equipamentos para aplicações de mineração não é um processo bem definido. Uma das razões para isso é que não há duas minas com características idênticas que proporcionam as mesmas condições para seleção dos equipamentos mais adequados. As características do minério, as condições climáticas e a disposição dos depósitos são algumas das variáveis.

Vale informar, que conforme Campos Junior *et al.* (2013), em minas de grande porte, a operação caminhões fora de estrada é o mais comum. Isso se dá devido à facilidade de relocação em relação ao transporte por correias entre as diversas frentes de lavra em operação e o alto volume transportado, o que otimiza o custo unitário de transporte do material.

A seguir a Figura 1 ilustra um caminhão fora de estrada (*Off Road*) da marca Caterpillar 793 usado em transportes de minério em mina a céu aberto de médio e de grande porte.



FIGURA 1. Caminhão Fora de Estrada *Caterpillar* 793. Fonte: *Caterpillar* (2004)

Nas minerações, o transporte, o carregamento e o descarregamento do minério, com a utilização de caminhões e escavadeiras, são realizados por meio de um ciclo de transporte. O

cálculo do tempo de ciclo de transporte é apresentado nos estudos realizados por Vargas *et al.* (2010), conforme pode ser verificada na fórmula apresentada na Equação 1.

$$\text{Ciclo transporte} = \sum \text{tempos fixos} + \sum \text{tempos variáveis} \quad (1)$$

Fonte: Vargas *et al.* (2010)

Por meio da Equação 1, pode-se verificar que os valores de um tempo de ciclo para equipamentos de transporte correspondem à somatória de todos os tempos fixos: tempo médio em fila para carga, tempo médio de manobras para carga, tempo de carga, tempo médio em fila para basculamento, tempo de basculamento, que será somado há todos os tempos variáveis: tempo de deslocamento cheio e tempo de deslocamento vazio.

Vargas *et al.* (2010) ainda informam que o tempo de deslocamento do caminhão, cheio ou vazio, depende de dois fatores principais que são a velocidade média do percurso e a distância média de transporte (DMT); o tempo de deslocamento, cheio e vazio, é chamado de tempo variável; enquanto a fila, a manobra, o tempo para carregamento fila, a manobra e o tempo para basculamento são chamados de tempos fixos.

## 1.2 Produtividade

A produtividade, na visão de Contador (2010), é a capacidade de produzir ou os recursos usados para obter uma produção. É o resultado da capacidade de gerar um produto, fruto do trabalho, associado à técnica e aos recursos produtivos aplicados à produção. A produtividade é medida pela relação entre os frutos da produção efetivada e os recursos como peças horas-máquinas, por toneladas produzidas. Existe um critério para medir a capacidade de cada recurso separadamente para que seja possível avaliar o desempenho de cada um.

O conceito de produtividade passa pela definição de ciclo, que se constitui em um conjunto de operações executadas por um equipamento durante certo período de tempo, retornando em seguida, à sua condição inicial. A produtividade tonelada por hora (t/h) dos equipamentos de transporte (caminhões) é função, basicamente, dos chamados tempos fixos (minutos), distância média de transporte (km), velocidade média (km / h) e carga média executada (t). (VALADARES, 2009).

Segundo Silva (2009) *apud* Borges (2013), a produtividade das frotas de carregamento e transporte na mineração a céu aberto, depende de que o projeto e o planejamento de lavra sejam adequados à jazida e de que os equipamentos selecionados estejam ajustados às demais

operações unitárias de lavra e beneficiamento. Assim, o tipo, o número de equipamentos a serem utilizados e a produtividade dependem de:

- projeto da deposição do estéril: local da deposição, forma de disposição do estéril;
- projetos das estradas: largura das estradas (recomenda-se uma largura mínima de pista igual a 3,5 vezes a largura do caminhão, o que deixa uma faixa igual a meio caminhão de largura entre os veículos que se cruzam e nas laterais. Caso a faixa seja estreita, o motorista se sentirá inseguro e reduzirá a velocidade ao se aproximar um veículo em sentido contrário), inclinação das rampas de acesso, raio das curvas, superfície de rolamento;
- planejamento de lavra: número de frentes simultâneas, relação estéril/minério, frequência de deslocamento das frentes de lavra;
- destino do minério: distância, tipo, dimensões e taxa de produção do equipamento que receberá o minério do caminhão, tais como britadores, silos, pilha para lixiviação, entre outros.
- infraestrutura de apoio: recursos de manutenção, recursos para abastecimento, comunicações etc.
- equipamentos para demais operações: manutenção das estradas e frentes de lavra desmonte de minério e do estéril, etc. (BORGES 2013, p. 34).

A produtividade dos equipamentos de transporte pode então ser estimada pela expressão apresentado na Equação 2.

$$Produtividade = \left[ \frac{Carga\ Média}{\frac{(DMT \times 2)}{Velocidade\ Média} + \frac{\sum Tempos\ Fixos}{60}} \right] \quad (2)$$

Fonte: Valadares (2009)

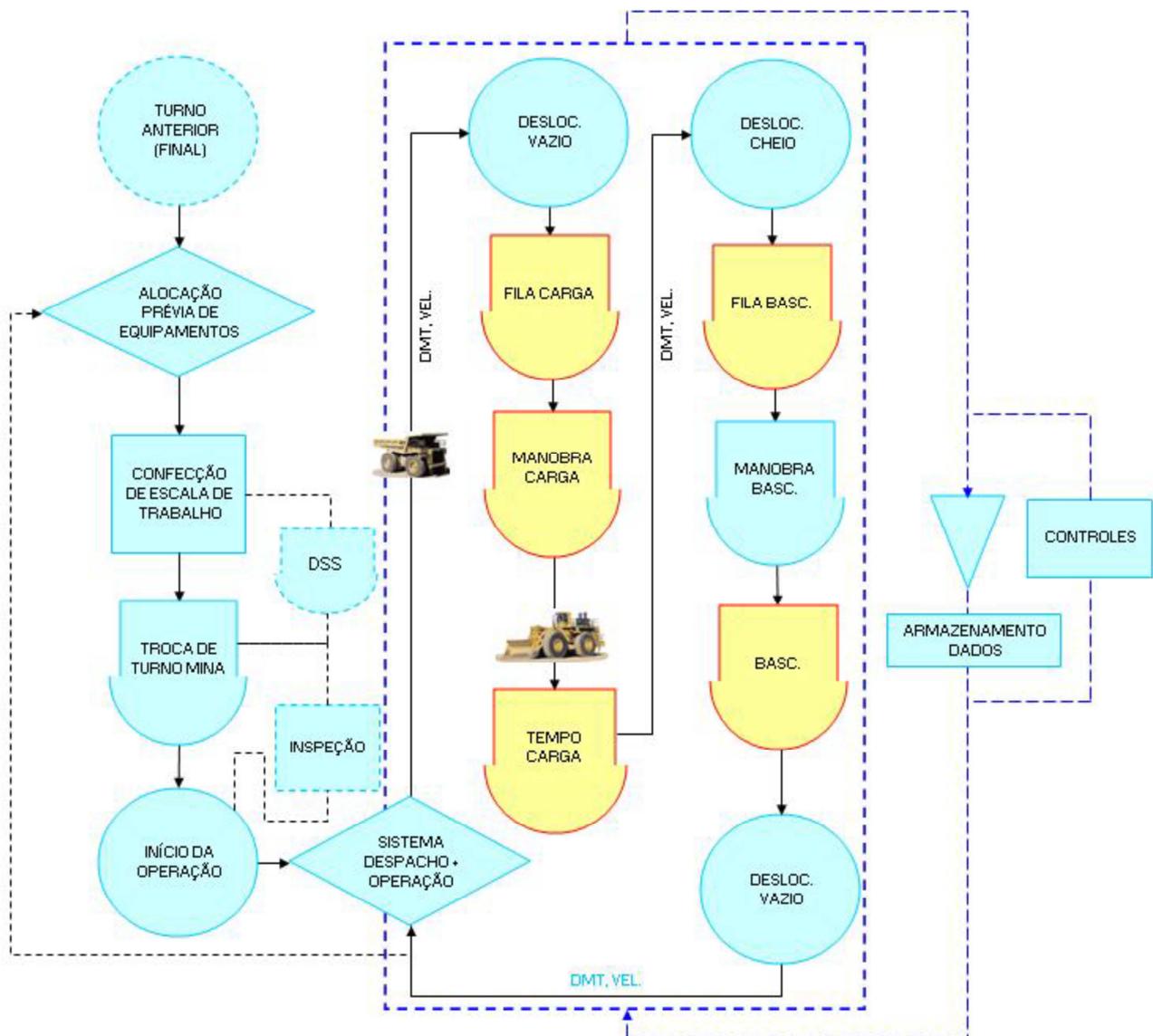
A Equação 2 evidencia a fórmula de produtividade de transporte a partir das variáveis que influenciam este indicador, as quais são:

- Carga Média = a massa média transportada pelos caminhões;
- DMT = Distância média de transporte (caminhões);
- Velocidade Média = a velocidade média dos caminhões;
- $\sum$  Tempos Fixos = somatório do tempo médio em fila para carga, tempo médio de manobras para carga, tempo de carga, tempo médio em fila para basculamento, tempo de basculamento. Os tempos fixos são inversamente proporcionais à produtividade.

Importante destacar que, entende-se como velocidade média a relação obtida entre a distância percorrida e o tempo gasto no percurso, descontando os tempos de parada. A velocidade de operação é aquela que é efetivamente constatada na via, usada pelos veículos em seus deslocamentos. Em uma rodovia, há diversos fatores que interferem nos deslocamentos dos

veículos, tais como segurança, custo, número de veículos, características da via e da frota. A velocidade de operação pode se definida como a mais alta velocidade possível nas condições de tráfego existentes na via, em condições climáticas favoráveis, sem exceder a velocidade máxima permitida, estabelecida pelas regras de segurança limitada pelas condições físicas da via cujos elementos restritivos foram dimensionados para velocidade de projeto (ANTAS *et al*, 2010).

Os tempos fixos estão inseridos dentro da operação conforme o mapa de processo simplificado apresentado na Figura2, a seguir:



**FIGURA 2.** Fluxograma Básico das Operações de Mina, Evidenciando os Tempos Fixos. Fonte: Valadares (2009)

A Figura 2 apresenta o fluxograma da do ciclo de operação de transportes de minério, detalhando a sequência, início e fim de cada tempo do processo que é contínuo. Após iniciar o turno, cada operador é direcionado conforme uma escala de trabalho para um equipamento, para dar continuidade no processo. Toda a informação como deslocamento vazio e cheio, e também os tempos de fila e manobra na carga, tempo de carga, tempos de fila e manobra no basculamento, e tempo de basculamento são armazenadas no banco de dados do sistema de despacho. Dados que são importantes para utilização e controle da produtividade da frota.

Contador (2010) ainda afirma que a produtividade é o caminho do sucesso para as empresas competitivas, e que o aumento da produtividade pode ser conseguido através do capital e/ou trabalho. Via capital com aumento do efetivo e aquisição de máquinas e equipamentos e via trabalho o aumento da produtividade são alcançados por meio de estudos e técnicas eficientes que fazem que os operários produzam mais com os mesmos ou menos recursos, reduzindo custos. Este método é o mais usado pelas empresas na atualidade, onde se buscam cada vez mais a redução de custos e aumento da produtividade.

## 2. MATERIAIS E METODOS

Esta pesquisa é um estudo de caso, caracterizada como exploratória, descritiva e documental. O estudo de caso foi realizado em uma empresa de mineração localizada na região do Médio Piracicaba em Minas Gerais, no período de janeiro a setembro de 2016.

A escolha no local deu por meio do método de acessibilidade, que é uma técnica não probabilística. O acesso ocorreu devido ao autor da pesquisa trabalhar na empresa.

Caracterizada como exploratória, a pesquisa buscou analisar o processo de transporte de minério de ferro, bem como, verificar a influência dos tempos fixos na produtividade. Neste contexto, a pesquisa procurou descrever o processo de transportes na operação da mina.

As operações de carregamento e transportes da mina foram feitos com quinze caminhões fora de estrada da marca Caterpillar 793, com capacidade de 250 toneladas, que podem atingir 40 km/h. O carregamento é feito por uma escavadeira *Shoveltexex*, alimentada por energia elétrica, 03 carregadeiras L-1850 da marca *Letourneu* e 03 carregadeiras marca Caterpillar 994.

Esta pesquisa foi desenvolvida por meio de quatro etapas. Na primeira etapa, buscou entender o processo de transportes de minério realizado por meio de observação, comparações e interpretações dos dados referentes ao processo. Os dados possuem natureza qualitativa e quantitativa.

Na segunda etapa, dados de documentos da empresa foram coletados, o que caracterizou esta pesquisa como documental. Os dados foram retirados de relatórios gerenciais gerados pelo

sistema de despacho. Esses possuem natureza quantitativa e foram apresentados por meio de gráficos.

Na terceira etapa, a coleta de dados foi realizada por meio de um questionário semiestruturado com duas questões fechadas e quatro questões abertas. O questionário foi preenchido pelos operadores de caminhões. Com as perguntas fechadas a pesquisa buscou identificar o perfil dos operadores. As perguntas abertas buscaram identificar as principais causas do aumento dos tempos fixos. As questões fechadas possuem natureza quantitativa e as questões abertas possuem natureza qualitativa.

Na quarta etapa, conforme etapa dois, os dados também foram coletados de documentos da empresa. Esses dados referem-se aos resultados da produtividade dos equipamentos. Os dados foram retirados de relatórios gerenciais gerados pelo sistema de despacho. Esses possuem natureza quantitativa e foram apresentados por meio de gráficos.

### 3. ANÁLISE DE DADOS E RESULTADOS

Neste capítulo, apresenta-se a descrição do processo de transporte, a influência dos tempos fixos na produtividade, a produtividade e os tempos fixos do ano de 2015, resultados do questionário aplicado aos empregados que operam equipamentos de transporte e carga, as principais causas que elevam os tempos fixos na percepção dos operadores, as melhorias implementadas para reduzir os tempos fixos, os resultados alcançados com as melhorias implementadas e as conclusões da pesquisa.

#### 3.1 Descrições do processo de transporte

Na mina a céu aberto, onde é realizado este estudo, o carregamento, o transporte e a descarga de minério de ferro são feitos em vários pontos da mina, simultaneamente.

Ao iniciar a jornada de trabalho, os operadores são direcionados para os equipamentos, de acordo com a escala no quadro de troca de turno. Por meio do sistema de despacho, os caminhões são direcionados para as frentes de carregamento, onde as máquinas de carga operam.

O material carregado é direcionado de acordo com a qualidade do produto para os britadores, depósitos, ou pilha de estéril. Após o basculamento (descarga do material), o caminhão é direcionado para máquina de carga, que pode ser no ponto anterior ou outro ponto de carga.

Por meio do sistema de despacho, os caminhões podem trabalhar com rota fixa, sempre direcionada para a mesma máquina de carga; ou rota dinâmica, de acordo com as prioridades das máquinas de cargas.

O processo de carregamento é acompanhado pelo operador da máquina de carga, que recebe informação da quantidade de tonelada de minério transportada pelo caminhão. Isso para evitar que a carga do caminhão não ultrapasse 265 toneladas. Quando identificada carga superior a esse valor, o caminhão é direcionado para descarregar na praça. Esse fato causa perda de tempo e aumenta o tempo de fila dos caminhões na praça. Em seguida, o carregamento é reiniciado. A empresa trabalha com cargas entre 228 a 264 toneladas e busca uma carga média de 240 toneladas.

A mina é toda mapeada com todos os pontos de carga, pontos de descargas, bancos, acesso que precisam ser atualizados de acordo com o dinamismo da mina. As atividades são contínuas e param somente no final de cada turno. A empresa trabalha 24 horas por dia, 7 dias por semana.

Para verificação da produtividade e dos tempos fixos, o item a seguir apresenta o histórico do ano de 2015 da produtividade e dos tempos fixos de equipamentos de transporte Caterpillar 793.

### 3.2 A Influência dos tempos fixos na produtividade

Ocorre fila na praça de carga quando o caminhão ao chegar à praça de carga, encontra outro caminhão carregando minério. Após finalizar a carga do caminhão, o caminhão vazio entra em tempo de manobra e, a partir da primeira caçambada inicia-se o tempo de carga até finalizar o carregamento. Caso ao chegar à praça de carga, não haja outro caminhão realizando o carregamento, o caminhão vazio já entra em tempo de manobra. Posterior ao carregamento, os caminhões recebem o destino para o ponto de descarregamento (basculamento), que pode ser britadores, pilha de estéril ou depósitos. A contagem dos tempos fixos de fila em báculo nos britadores é baseada nos tempos fixos nas praças de descarga, onde é considerado um tempo limite de 120 segundos, por caminhão. Neste sentido, ao chegar ao local de descarga, é computado um total de 120 segundos para manobra e báculo; posteriormente a esse tempo, o caminhão entra no tempo de fila em báculo, independentemente da quantidade caminhões que dê chegada ao ponto de descarga.

De acordo com os equipamentos de transporte e de carga, a litologia da mina, as praças de carga e descarga, a empresa possui tempo como referência técnica para cada subdivisão dos tempos fixos. A Tabela 1 a seguir apresenta os tempos fixos de referência da mina.

**TABELA 1.** Referência técnica de tempos fixos

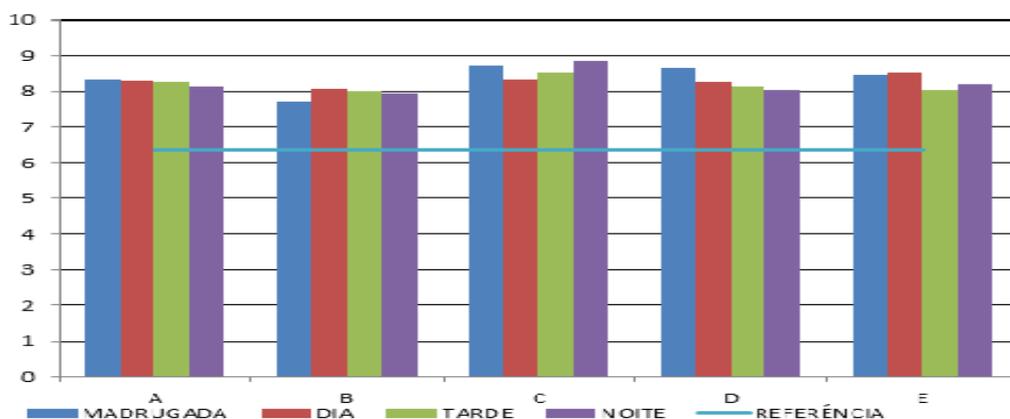
Tempos Fixos / CAT-793	Referência Técnica (minutos)	Em Minutos e Segundos
Fila em carga	0,90	00:00:54
Manobra	0,90	00:00:54
Carregamento	3,13	00:03:08
Fila em basculo	0,48	00:00:29
Básculo	0,95	00:00:57
<b>Total</b>	<b>6,35 minutos</b>	<b>00:00:21</b>

Fonte: Dados da pesquisa (2016)

Para que se tenha uma melhor efetividade e conseqüentemente melhor produtividade, é preciso que os tempos fixos sejam iguais ou menores que o tempo de referência técnica da empresa.

### 3.3 Produtividade e tempos fixos do ano de 2015

Para facilitar o entendimento dos tempos fixos, foram feitos o levantamento dos históricos dos tempos fixos dos 12 meses de 2015, estratificados por turnos e letras. O Gráfico 1 apresenta esses dados.



**GRÁFICO 1.** Tempo fixo em minutos por turno e letras. Fonte: Dados da Pesquisa (2016)

Verifica-se por meio do Gráfico 1 que os tempos fixos por turno e por letras estão acima dos valores de referência. Ao analisar o Gráfico 1, identifica-se que a equipe de empregados da letra B apresentam valores menores 8,0 minutos no período da madrugada. Verifica-se também que a equipe de empregados da letra C é a que possui o maior tempo fixo para realizar as atividades.

A seguir, o Gráfico 2 apresenta um gráfico com os resultados dos tempos fixos totais apresentados no período de janeiro a dezembro de 2015.

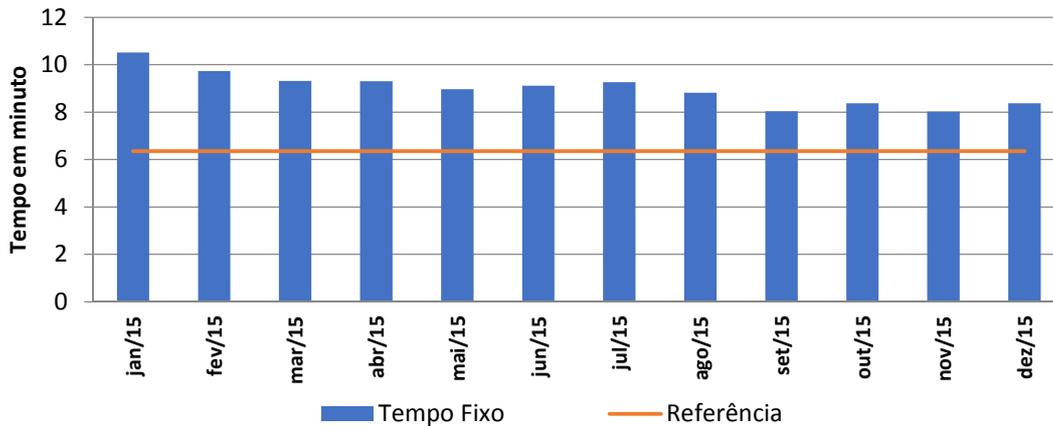


GRÁFICO 2. Tempos fixos em minutos – ano de 2015. Fonte: Dados da pesquisa (2016)

Como se pode observar no Gráfico 2, os valores de tempos fixos estão acima do tempo de referência técnica adotado pela empresa. Os tempos fixos encontram-se entre, 8,0 e 10,51 minutos. Isso representa 26% a 65% acima do valor de referência.

Paralelo ao tempo fixo, foi feito um levantamento da produtividade dos caminhões no período de janeiro a dezembro/2015 que são apresentados no Gráfico 3 a seguir.

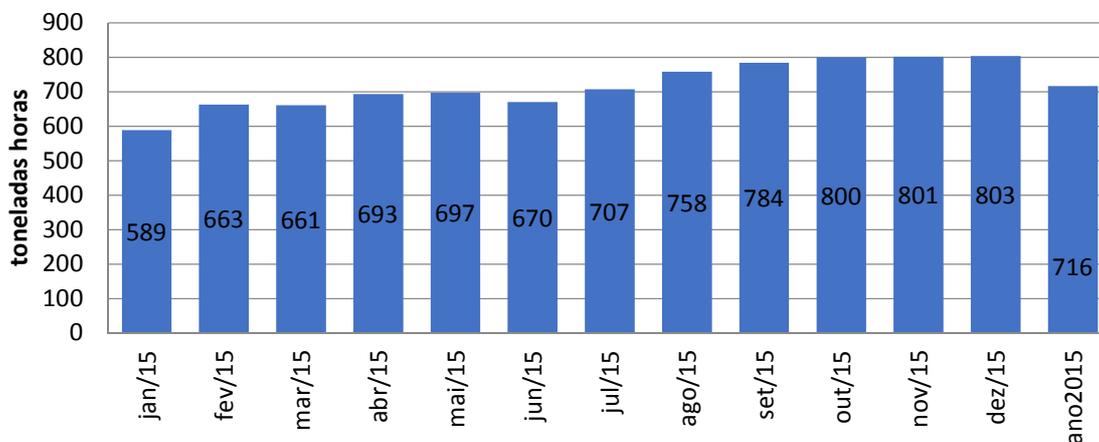


GRÁFICO 3. Produtividade tonelada/hora – ano de 2015. Fonte: Dados da Pesquisa (2016)

O Gráfico 3 apresenta os dados referentes à produtividade dos caminhões. Observa-se que no primeiro semestre ficou entre 600 e 700 toneladas/horas no segundo semestre entre 700 e 800 toneladas/horas fechando o ano na média de 716 toneladas/horas.

### 3.4 Resultados do questionário aplicado aos empregados que operam equipamentos de transporte e carga

Nesta etapa da pesquisa, foi identificado o perfil dos empregados, o tempo que os empregados trabalham na empresa e qual ou quais tipos de equipamentos que operam. Participaram deste estudo 76 operadores de um total 125 empregados efetivos que trabalham em três turnos nos equipamentos de transporte e carga.

Foi identificado nesse estudo que 22% (9) dos empregados que responderam ao questionário trabalham na empresa de um a quatro anos; a grande maioria, 54% (41) está na empresa entre quatro a oito anos; 18,5% (14) entre oito a doze anos; e 5,5% (12) acima de doze anos de empresa. Ao analisar os dados, verifica-se que 78% dos empregados que participaram deste estudo estão na empresa a mais de quatro anos.

Em relação ao tipo de equipamentos que operam, a pesquisa identificou que 29% (7) dos empregados que responderam ao questionário operam somente equipamentos de carga; 54% (41) dos operadores operam equipamentos de transporte; e 37% (28) operam os dois tipos de equipamentos.

Após a identificação do tempo de trabalho na empresa (mina) e do tipo de equipamento que os empregados operam, a pesquisa buscou identificar as causas do aumento dos tempos fixos informadas pelos operadores.

Para identificar as possíveis causas do aumento dos tempos fixos, foram realizadas quatro perguntas sobre a operação de carga e descarga de materiais. Desta forma, por meio das questões a pesquisa buscou identificar as causas dos elevados tempos fixos nas operações de: fila para carga, manobra para carga, tempo para carga, fila para básculo e tempo de básculo. As respostas às questões foram apuradas e os resultados podem ser verificados no Quadro 1.

<b>Fila para Carga</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Número de caminhões acima do suportado pelos equipamentos de carga;</li> <li>- Tempo de carga muito elevado;</li> <li>- Mapa da mina desatualizado, fazendo que o sistema designe mais caminhões para uma determinada máquina de carga;</li> <li>- Apropriação inadequada, feitas pelos operadores de caminhões;</li> <li>- Baixa DF de máquina carga.</li> </ul>
<b>Manobra para carga</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Caminhões aguardando em fila distante das máquinas de carga;</li> <li>- Praça de carregamento com piso instável dificultando o trabalho das máquinas de cargas.</li> </ul>
<b>Tempo de carga</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Máquina de carga trabalhando em frentes muito resistentes;</li> <li>- Falha de sinal GPS.</li> </ul>

<b>Fila para Basculo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Baixa demanda dos britadores;</li> <li>- Praça de descarga nas pilhas de estéril e depósitos, com área muito restrita, apenas uma caminhão por vez.</li> </ul>
<b>Tempo de Basculo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Apropriações inadequadas adiantadas.</li> </ul>

**QUADRO 1.** Causas do elevado valor dos tempos fixos do ano de 2015. Fonte: Dados da pesquisa (2016)

Verifica-se por meio do Quadro 1 que várias são as causas apontadas pelos operadores que levam os valores dos tempos fixos ficarem superiores aos valores de referência técnica adotados pela empresa. Para minimizar esses tempos, melhorias foram implementadas, conforme pode ser verificado a seguir.

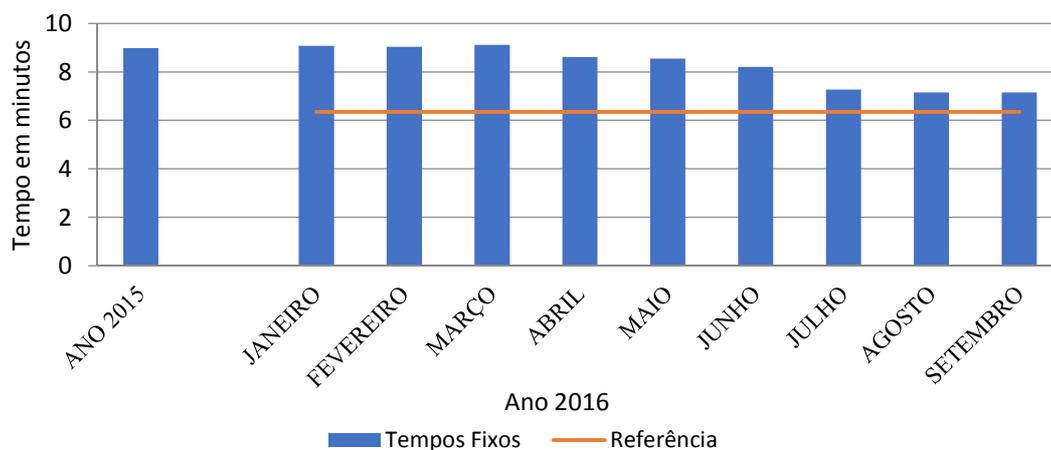
### 3.4.1 Melhorias implementadas para reduzir os tempos fixos

Nesta seção, são descritas as melhorias que foram implantadas para reduzir os tempos fixos da frota de caminhões fora de estrada. As sugestões podem ser verificadas a seguir:

- Ouvir os operadores;
- Realizar curso de reciclagem com os operadores com ênfase na importância da apropriação correta e em tempo real;
- Padronizar a distância de parada do equipamento de carga, para aguardar carregamento;
- Orientar os operadores de máquinas a não trabalhar em frentes resistentes; quando ocorrer, solicitar o auxílio de desmonte mecânico;
- Adicionar ao sistema de despacho informação na tela dos equipamentos de carga sobre o tempo em minutos previsto de chegada do próximo caminhão;
- Criar no sistema de despacho um alarme sonoro de alerta que informa a chegada de um novo caminhão na praça para carregar;
- Acompanhar e controlar diariamente os tempos fixos, pelos técnicos e supervisores da área;
- Manter o mapa de acessos de mina atualizado.

### 3.4.2 Resultados alcançados com as melhorias implementadas

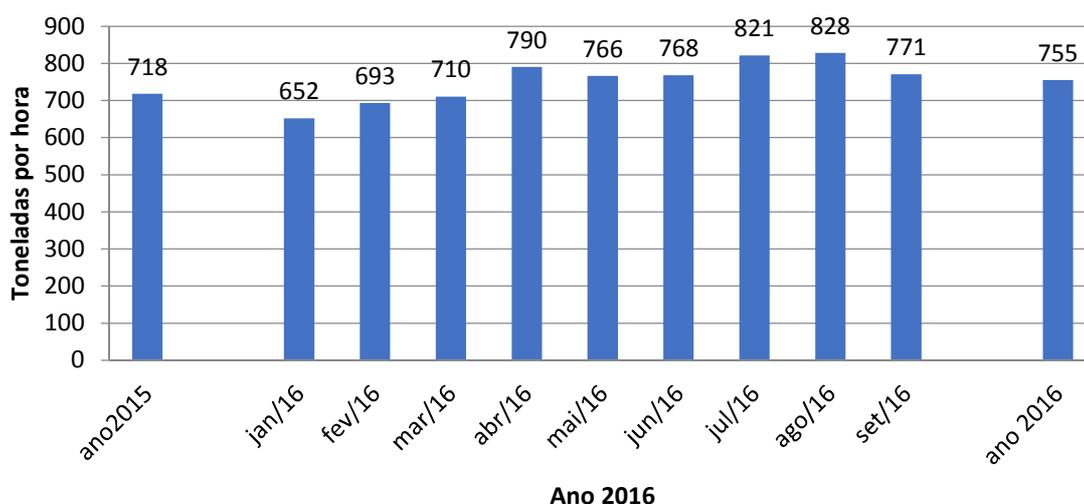
Neste tópico, são analisados os resultados da implementação de melhorias para reduzir os tempos fixos na frota de transporte de caminhões fora de estrada Caterpillar 793. Assim, foi realizada uma análise dos tempos fixos durante o ciclo de transporte no período de janeiro de 2016 a setembro de 2016. O Gráfico 4 a seguir apresenta esses dados.



**GRÁFICO 4.** Tempos fixos do ano de 2015 e de janeiro a setembro de 2016. Fonte: Dados da pesquisa (2016)

Nota-se por meio do Gráfico 4 que os tempos fixos da frota de caminhões fora de estrada iniciaram o ano de 2016 com 9,08 no mês de janeiro, isto representa 43% acima do valor de referência técnica adotado pela empresa. Os tempos fixos se mantiveram entre 9 e 9,11 no primeiro trimestre de 2016. Ainda conforme o Gráfico 4, a partir do segundo trimestre/2016, os tempos tiveram um declive gradativamente até o mês de setembro, com percentuais partindo de 43% acima do valor de referência técnica que durante o período chegou a 12,5% acima dos valores apresentados nos meses de agosto e setembro de 2016.

Outro dado coletado foi a produtividade do ano de 2016. O Gráfico 5 apresenta os valores.



**GRÁFICO 5.** Produtividade caminhões t/h – ano 2016. Fonte: Dados da pesquisa (2016)

Verifica-se no Gráfico 5, que no ano de 2015 a produtividade atingiu o valor de 718 t/h. Ao analisar os valores dos meses do primeiro trimestre de 2016, pode-se afirmar que a produtividade desses meses ficaram menor entre 2% e 9 % em relação ao ano de 2015. A partir do segundo trimestre verifica-se que a produtividade dos meses foi superior ao do ano de 2015. Conforme os dados apresentados, os meses de julho e agosto de 2016 obtiveram os melhores resultados do ano com aumento de 110 t/h representa um aumento de 16% em relação ao ano de 2015. Os valores de produtividade dos meses de janeiro a setembro de 2016 têm uma média de 755 t/h, esse valor é superior a 6% por caminhão em relação ao ano de 2015. Esse representa um aumento de 37 t/h por caminhão no ano de 2016.

#### 4. CONCLUSÕES

A pesquisa foi desenvolvida com o objetivo de analisar todo o processo de transporte de minério de ferro em caminhões fora de estrada com o propósito de verificar a influência dos tempos fixos na produtividade.

Ao desenvolver a pesquisa, o estudo identificou que 78% dos empregados pesquisados possuem mais de 04 anos de experiência na função; os tempos fixos estão acima dos valores de referência técnica adotado pela empresa.

Além disso, foi possível entender o processo de transporte e carregamento; o que são tempos fixos, onde apresenta maiores perdas, como são divididos e qual é a referência que a empresa trabalha. Sobre os tempos fixos, vale informar que o tempo de fila para carregamento, tempo de carregamento e fila para bascular concentram as maiores perdas conforme valor de referência da empresa.

Foi possível verificar quais os fatores que elevam os tempos fixos durante o ciclo de transportes segundo os operadores: fila para carga, manobra para carga, tempo para carga, fila para básculo e tempo de básculo.

Com base nos principais problemas levantados foram implementadas melhorias para redução dos tempos fixos que são: ouvir os operadores; realizar curso de reciclagem com os operadores com ênfase na importância da apropriação correta e em tempo real; padronizar a distância máxima de parada do equipamento de carga, quando necessitar aguardar para carregamento; orientar os operadores de máquinas a não trabalhar em frentes resistentes, quando ocorre solicitar o auxílio de desmonte mecânico; adicionar ao sistema de despacho, a informação na tela dos equipamentos de carga, o tempo em minutos previsto de chegada do próximo caminhão; criar no sistema de despacho um alarme sonoro de alerta que informa a chegada de um

novo caminhão na praça para carregar; acompanhar e controlar diariamente os tempos fixos, pelos técnicos e supervisores da área; e manter o mapa de acessos de mina atualizado.

Conclui-se com este trabalho que as propostas apresentadas e implementadas durante a pesquisa trouxeram ganhos reais na redução dos tempos fixos com uma queda de 26%, saindo de 42% acima da referência técnica para 12% acima; e consequentemente aumento na produtividade, onde apresentava 718 t/h para 792 t/h dos caminhões, com ganho real de 74 t/h por caminhão, com um aumento de 10% no ano de 2016 com redução de custos tornando o processo mais produtivo e eficiente.

## REFERÊNCIAS

ANTAS P. M, *et al.* **Projeto Geométrico e de Terraplenagem**. - Rio de Janeiro : Editora Interciência Ltda, 2010, p. 7.

BORGES, T. C. **Análise dos custos operacionais de produção no dimensionamento de frotas de carregamento e transporte em mineração**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Do Departamento de Engenharia de Minas da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto, como parte integrante dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia, Ouro Preto, 2013.

CATERPILLAR. **Manual de Produção**. 36ª edição, Caterpillar inc. USA, 32p, 2004.

CAMPOS JÚNIOR, C. R.; ZENHA, T. M.; RECLA, T. A. R.; SILVA, L. V. da. **Desenvolvimento de uma metodologia para redução do consumo específico de diesel em caminhões fora de estrada em uma empresa do setor de mineração**. Revista Gestão e Tecnologia para a Competitividade. 2013. Disponível em: <http://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos13/51618595.pdf>. Anexo em: 10/07/2016.

CONTADOR, J. C. **Gestão de operações: a engenharia de produção a serviço da modernização da empresa**. 2ª Ed. São Paulo: Edgar Blücher, 2010.

VALADARES, T. N. **Aumento de Produtividade da Frota de Transporte de Fábrica Nova**. Vale Complexo Mariana. Mariana, 12 p, 2009.

VARGAS, A.C. *et al.* **Estudo de tempos e movimentos: projeto e medidas**. 9 ed. São Paulo: Edgar Blücher, 2010.