

**ANÁLISE DA VIABILIDADE FINANCEIRA DA FROTA DE PÁS CARREGADEIRAS:
UM ESTUDO DE CASO SOBRE A REDUÇÃO DOS CUSTOS DE MANUTENÇÃO E AUMENTO DA
PRODUTIVIDADE**

Leite, Jussara Fernandes⁽¹⁾ (leite.jussara@yahoo.com.br), Franco, Luciano José Vieira⁽²⁾ (lucianov_franco@hotmail.com), Soares, Luciana Martins⁽³⁾ (lucianalums@yahoo.com.br), Oliveira, Fábio Luiz⁽⁴⁾ (professorfabio.oliveira@gmail.com), Messias, Almir Rogério⁽⁵⁾ (Almir_messias@yahoo.com.br),

⁽¹⁾ Fundação Presidente Antônio Carlos (FUPAC); Engenharia Mecânica

⁽²⁾ Fundação Presidente Antônio Carlos (FUPAC); Engenharia Mecânica

⁽³⁾ Fundação Presidente Antônio Carlos (FUPAC); Engenharia Mecânica

⁽⁴⁾ Fundação Presidente Antônio Carlos (FUPAC); Engenharia Mecânica

⁽⁵⁾ Fundação Presidente Antônio Carlos (FUPAC); Engenharia Mecânica

RESUMO: *O investimento em bens como máquinas e equipamentos impacta significativamente no futuro de empresa do setor de mineração de minério de ferro. Neste contexto, o objetivo deste trabalho é apresentar análise de viabilidade financeira para substituição da frota de pás carregadeiras Caterpillar 966H. Esta pesquisa é um estudo de caso de natureza exploratória, documental e explicativa. O estudo ocorreu em uma empresa de mineração de minério de ferro situada na Região do Alto Paraopeba no Estado de Minas Gerais, no período de fevereiro a junho de 2017. No desenvolvimento do estudo, dados históricos dos gastos dos anos de 2014, 2015 e 2016 dos valores de tempo de carregamento, horas trabalhadas, disponibilidade física, gastos com componente de trem de forças, peças, pneus e lubrificantes foram coletados do sistema de gestão da empresa. A partir dos resultados duas opções de investimento foram apresentadas. No entanto, conforme resultados da análise recomenda-se a substituição da frota de pás carregadeiras no 1º semestre de 2017.*

PALAVRAS-CHAVE: *Viabilidade. Pá Carregadeira. Manutenção. Gastos.*

**ANALYSIS OF THE FINANCIAL FEASIBILITY OF THE LOADING FLEET:
A CASE STUDY ON REDUCING MAINTENANCE COSTS AND INCREASING PRODUCTIVITY**

ABSTRACT: *Investment in assets such as machinery and equipment significantly impacts the future of the iron ore mining industry. In this context, the objective of this work is to present financial feasibility analysis to replace the Caterpillar 966H wheel loader fleet. This research is a case study of exploratory, documental and explanatory nature. The study was conducted in an iron ore mining company located in the Alto Paraopeba Region in the state of Minas Gerais, from February to June 2017. In the development of the study, historical data on the expenditures for the years 2014, 2015 and 2016 of the values of load time, hours worked, physical availability, expenses with component of train of forces, parts, tires and lubricants were collected from the management system of the company. From the results, two investment options were presented. However, according to the results of the analysis, it recommends the replacement of the wheel loader fleet in the first half of 2017.*

KEY WORDS: *Viability. Wheel loader. Maintenance. Spending.*

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, as minerações de minério de ferro passaram por período de crise devido à queda do preço seu produto no mercado nacional e global. Além desse fato, essas organizações encontram em um ambiente altamente competitivo. Desta forma, para sobreviverem e manterem se competitivas é imprescindível que os gestores e funcionários busquem a efetividade de seus processos, assim como, reduzir os custos, aumentar a produtividade e, conseqüentemente, elevar as margens de lucros.

O investimento em bens como máquinas e equipamentos impacta significativamente no futuro de empresa do setor de mineração de minério de ferro. No entanto, para essas organizações sobreviverem em um mercado competitivo, a viabilidade técnica e econômica entre trocar máquinas e equipamentos do processo de operação, ou mantê-los a partir de realização da manutenção deve ser analisada cuidadosamente, uma vez que, os gastos podem impactar diretamente nos resultados.

Em especial, a decisão sobre a reposição ou manutenção de equipamentos de uma determinada frota, na maioria dos casos, necessita um investimento elevado, que pode provocar um alto impacto nos resultados. Uma decisão neste nível pode gerar resultados satisfatórios para a empresa, entretanto, se mal analisada, pode trazer perdas irreparáveis. Numa análise como essa, devem-se levar em conta os custos de manutenção envolvidos e o aumento no horizonte de tempo produtivo em função da disponibilidade física da frota.

Vale destacar, conforme Neoengenharia (2006), que todos os tipos de máquinas e equipamentos desgastam-se naturalmente ao longo da vida útil dos seus componentes. Este fenômeno é inevitável, de modo que nunca ocorre de uma máquina se recuperar, passando a operar como nova após ter apresentado uma falha operacional. Para melhor entendimento, Siqueira (2005) explica que uma falha consiste na interrupção ou alteração da capacidade de um item desempenhar uma função requerida ou esperada. Entretanto, as falhas nas máquinas e equipamentos geram gastos para as empresas com manutenção.

Souza e Clemente (2001), *apud* Mokrzyck (2012), abordam em seus estudos que de forma geral, os gestores das empresas orientam-se por aspectos técnicos para a tomada de decisão a respeito de baixa e substituição de máquinas e equipamentos, assim tendem a postergar a baixa, tal decisão pode ser adequada em curto prazo, porém em longo prazo, esta decisão torna-se insustentável, pois os gastos com manutenção tornam-se altos e não mais efetivos. Em verdade, os gestores devem verificar a possibilidade de cada uma delas. Assim, de acordo com Nascimento

(1998) apud Denardin (2004), toda vez que existirem problemas de escolha entre várias alternativas de ação, estará presente o conceito de custo de oportunidade.

Dentro deste contexto, a pesquisa tem como objetivo apresentar análise de viabilidade financeira para substituição da frota de pás carregadeiras CAT 966H em uma empresa de mineração a céu aberto situada na Região do Alto Paraopeba no Estado de Minas Gerais.

1.1 Conceitos da Manutenção

Segundo Slack, Chambers e Johnston (2008), o termo manutenção é usado para abordar a forma pela qual as organizações tentam evitar as falhas, cuidando de suas instalações físicas. É uma parte muito importante na grande maioria das atividades de produção e está relacionada a todos os tipos de máquinas, equipamentos, veículos e instalações físicas.

Em relação à manutenção, Otani e Machado (2008) afirmam que a manutenção, como função estratégica das organizações, é responsável direta pela disponibilidade dos ativos e tem importância capital nos resultados da empresa. Os resultados serão tanto melhores quanto mais eficaz a gestão da manutenção.

Para Moubray (2000), a manutenção deve assegurar a confiabilidade dos processos, fazendo com que os ativos físicos procedam a efetiva continuidade das atividades que os usuários desejam alcançar. Desse modo, a manutenção deve ser percebida como uma atividade desenvolvida a fim de manter o equipamento e outros bens, criando para isso condições que favoreçam a melhora e alcance de metas operacionais.

Moubray (2000) explica que o custo total da organização é impactado pelo custo de manutenção e o custo de perda de produção. A Figura 1 apresenta a relação *trade-off*, isto é *perde e ganha* desses custos.

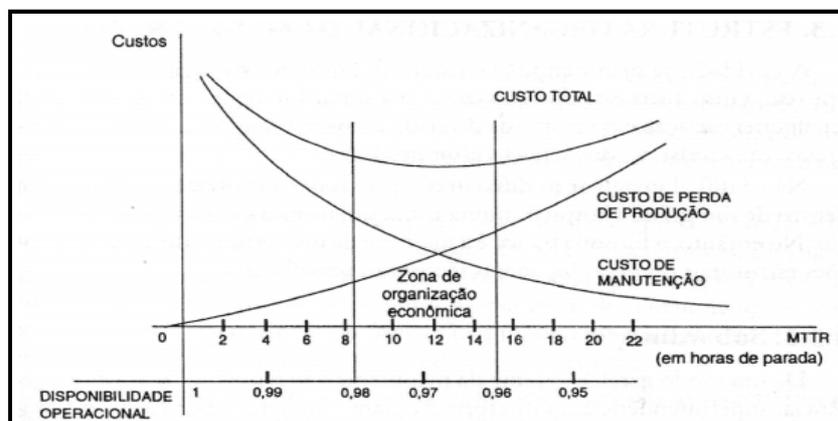


FIGURA 1. Relação de Custo de perda de produção e de manutenção. Fonte: Moubray (2000)

Na Figura 1, é possível verificar o comportamento do custo de perda de produção em relação ao custo de manutenção e como reflete no custo total da organização. Apresenta também que o custo de perda de produto é crescente em função ao tempo gasto no reparo (horas paradas). Já o custo de manutenção diminui de acordo com que os reparos são realizados. Dessa forma, é perceptível que numa falha não existe apenas o custo para fazer com que o equipamento volte ao processo de funcionamento normal, mas agrega também o montante de paradas concernentes à produção e os problemas que podem ser gerados no que tange ao custo e montante final.

Na mesma linha de pensamento de Moubrey (2000), Mantovani e Gonçalves (2004) *apud* Ferreira e Ferreira ([2016?]) esclarecem que os custos inerentes da manutenção de máquinas e equipamentos afetam diretamente os custos de produção. Portanto, pode-se dizer que quando é gerada uma ocorrência de máquina parada, esta pode causar aumento de custo e uma grande perda no tempo que prejudicam o processo produtivo. Desse modo, a utilização de conceitos e métodos de manutenção na filosofia e processo de trabalho dos operários, podem conquistar ganhos significativos e redução dos custos de produção.

Desta forma, pode-se afirmar que é necessário que as empresas programem seus processos de manutenção para que seja possível obter a maior produtividade possível e ainda minimizar os custos e gastos com correções e consertos das máquinas e equipamentos caso venham a apresentar problemas graves.

1.2 Indicadores de Manutenção

O uso de indicadores consiste em transformar atividades executadas em valores quantitativos. A informação é uma ferramenta importante para a organização, pois é por meio dela que se tem o domínio dos parâmetros que a contextualizam.

Para Kardec e Nascif (2001), muito dos indicadores utilizados pelas empresas não traduzem a realidade dos fatos, levando à tomada de decisões inadequadas que acarretam altos custos. Isso se deve a erros na coleta de dados ou mesmo à interpretação equivocada de resultados. As empresas têm testado diferentes estruturas organizacionais por meio de adaptação de atividades, capacitação da mão de obra, adquirindo sistemas informatizados de gestão, modificando as políticas de manutenção, introduzindo novas tecnologias, entre outros numa tentativa de melhorar seu padrão de manutenção.

Ainda sobre os indicadores, Kardec e Nascif (2001) afirmam que confiabilidade e disponibilidade física (DF) são palavras que fazem parte do cotidiano da manutenção e é importante que sejam bem caracterizadas. Esses Autores conceituam a confiabilidade como a probabilidade

que um item possa desempenhar sua função requerida, por um intervalo de tempo estabelecido, sob condições definidas de uso; e disponibilidade física (DF) como o tempo em que o equipamento, sistema ou instalação está disponível para operar ou em condições de produzir.

1.3 Análise de investimento

Realizar investimento em bens é uma decisão a ser tomada pelos gestores das organizações. Entretanto, antes deve ser realizada uma análise para verificar se é viável ou não para a empresa a decisão ou investir em novos bens.

Souza e Clemente (2008), *apud* Lazare (2014), advogam que fundamental para a decisão de investimento, é a estimativa de retorno esperado e do grau de risco associado ao retorno. Esses autores ressaltam que os potenciais não tem a mesma leitura sobre os retornos esperados e o grau de risco envolvido e, por consequência, farão avaliações distintas de uma oportunidade de investimento. Embora o risco não possa ser eliminado nem enquadrado em uma escala, o investidor pode melhorar a sua percepção do risco elevando o nível de informações a respeito do projeto e analisando os indicadores associados ao risco.

Souza (2009), *apud* Lazare (2014), corrobora com as ideias de Souza e clemente (2008) ao afirmar que a decisão de se fazer investimento de capital é parte de um processo que envolve a geração e avaliação das diversas alternativas que atendam as especificações técnicas dos investimentos. Após relacionadas as alternativas viáveis tecnicamente é que se analisam quais delas são atrativas financeiramente. É nessa ultima parte que os indicadores gerados auxiliarão o processo decisório.

Na visão de Casarotto Filho e Kopittke (2010), os gestores, ao instalar uma nova fábrica, comprar novos equipamentos, isto é, ao fazer um novo investimento, devem fazer uma análise da viabilidade do mesmo. Para isso ao elaborar a análise financeira devem ser considerados os valores conversíveis em dinheiro, no entanto, para isto devem ser observados os critérios econômicos (rentabilidade do investimento), financeiros: (disponibilidade de recursos) e imponderáveis (fatores não conversíveis em dinheiro).

2. METODOS E PROCESSOS

A presente pesquisa é um estudo de caso de natureza exploratória, documental e explicativa. O estudo ocorreu em uma empresa de mineração de minério de ferro situada na Região do Alto Paraopeba no Estado de Minas Gerais, no período de fevereiro a junho de 2017, e teve

como objetivo apresentar análise de viabilidade financeira para substituição da frota de pás carregadeiras CAT 966H.

Os equipamentos analisados foram as Pás Carregadeira CAT 966H utilizadas no processo de extração de minério de ferro. Para melhor entendimento, a Pá Carregadeira de rodas CAT 966H é uma máquina de carga de médio porte utilizada para trabalhos de carregamento de materiais desagregados. Esse equipamento é composto por sistema eletrônico e sistema hidráulico revolucionário para uma operação de baixo esforço e maior produtividade, além do aumento de produtividade com custos de propriedade e de operação mais baixos. Como forma de ilustração, a Figura 2 apresenta a pá carregadeira CAT 966H, objeto de estudo desta pesquisa.



FIGURA 2. Pá Carregadeira Caterpillar Modelo 966H. Fonte: Caterpillar (2017)

A Pá Carregadeira Caterpillar Modelo 966H é utilizada na empresa mineradora como máquina de carga para transporte e embarque do minério de ferro. O equipamento é fundamental para o processo de entrega do produto final. Por este motivo é classificada como equipamento de alta criticidade produtiva e sua ausência no processo pode implicar em aplicação de multas contratuais de alto valor, por parte do cliente, devido a atraso no carregamento e consequentemente de embarque portuário.

Para o desenvolvimento desta pesquisa, foram coletados os dados históricos dos anos de 2014, 2015 e 2016. Os dados referem-se à valores de tempo de carregamento, horas trabalhadas, disponibilidade física, gastos com componente de trem de força, peças, pneus e lubrificantes foram coletados do sistema de gestão da empresa. Esses possuem natureza quantitativa foram apresentados por meio de tabelas.

Por fim, duas sugestões que viabilizem os resultados da empresa foram propostas.

3. ANÁLISE DOS DADOS E RESULTADOS

Em maio de 2014, a empresa adquiriu 11 pás carregadeiras para utilização nas atividades de carregamento dos caminhões de frente de lavra e produto final no terminal ferroviário de embarque. Conforme especificação do fabricante, a pá carregadeira Caterpillar modelo 966H oferece um desempenho suportado nas aplicações mais exigentes no segmento de mineração.

Para as atividades realizadas, a manutenção das pás carregadeiras é realizada em ciclos de 250 horas, conforme recomendação do fabricante. Acrescenta ainda, que se faz necessário a reforma de todos os componentes do trem de força com 12.000 horas de trabalho e revisão estrutural a partir de 10.000 horas. Além disso, estima-se uma vida útil de 30.000 horas trabalhadas, o equivalente a aproximadamente 4 anos para carregadeiras. Tudo isso, implica em um alto investimento para garantia de disponibilidade física da frota para atingir as metas de produtividade esperada.

Nesta pesquisa, inicialmente, os dados da frota das pás carregadeira sobre horas trabalhadas, disponibilidade física, gastos com manutenção em 2016 foram coletados do sistema de gestão da empresa. Esses valores podem ser observados na Tabela 1.

TABELA 1. Horas trabalhadas, disponibilidade física e gastos com manutenção de 2016

Equipamentos	Horas trabalhadas	DF 2016	Gasto Manutenção 2016
1	17761	71,3%	R\$ 120.554,57
2	16873	75,2%	R\$ 161.940,11
3	16463	57,4%	R\$ 108.508,10
4	16247	80,0%	R\$ 92.193,93
5	11596	49,2%	R\$ 194.714,64
6	13000	53,6%	R\$ 98.509,27
7	13585	62,2%	R\$ 157.315,50
8	15996	86,5%	R\$ 84.809,32
9	14424	80,1%	R\$ 101.589,19
10	10773	46,8%	R\$ 85.703,70
11	12804	55,2%	R\$ 156.908,92
Total			R\$ 1.362.747,25

Fonte: Dados da pesquisa (2017)

Conforme apresentado na Tabela 1, verifica-se que em relação às horas trabalhadas pode afirmar que todas as pás carregadeira possuem mais de 10.000 horas trabalhadas e necessita realizar a revisão estrutural do equipamento, adiciona ainda que das 11 pás carregadeira, 10 possuem mais de 12.000 horas de trabalho e necessita realizar a manutenção de todos os

componentes do trem de força. A Tabela 1 mostra também uma disponibilidade física média de 65% referente ao período de 2016, com total de gastos com a manutenção para a frota de pás carregadeiras de R\$ 1,3 milhões.

Outros dados coletados foram às médias da disponibilidade física e do tempo de carregamento da frota de pás carregadeira. Os valores são do momento que os equipamentos iniciaram a operar na mineração, mês de junho de 2014 ao mês de dezembro de 2016. A Tabela 2 a seguir apresenta os dados.

TABELA 2. Tempo de carregamento e disponibilidade Física – 2014, 2015 e 2016

2014	Jan	Fev	Mar	Abr	Maio	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Tempo						4,08	3,54	4,00	3,38	3,58	3,49	3,56
DF						86,7%	95,6%	93,2%	96,7%	90,2%	95,4%	94,1%
2015	Jan	Fev	Mar	Abr	Maio	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Tempo	3,53	3,40	3,37	3,42	3,42	4,10	3,53	3,47	4,04	4,07	4,10	3,56
DF	85,7%	92,7%	85,8%	93,0%	83,6%	81,5%	91,8%	89,4%	84,4%	79,9%	74,1%	77,9%
2016	Jan	Fev	Mar	Abr	Maio	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Tempo	7,11	10,24	7,12	8,30	6,56	7,16	5,52	6,33	7,52	6,26	6,15	6,18
DF	80,8%	72,3%	75,3%	63,1%	62,9%	63,5%	68,9%	61,4%	51,6%	55,9%	51,8%	55,8%

Fonte: Dados da pesquisa (2017)

Por meio da Tabela 2, verifica-se o histórico das médias dos tempos necessários para realização de um ciclo de carregamento da frota de pá carregadeira durante o embarque do minério de ferro no vagão em função da disponibilidade física da frota. Para uma melhor análise do comportamento da disponibilidade física e do tempo de carregamento da frota das pás carregadeira, o Gráfico 1 ilustra os valores da Tabela 2.

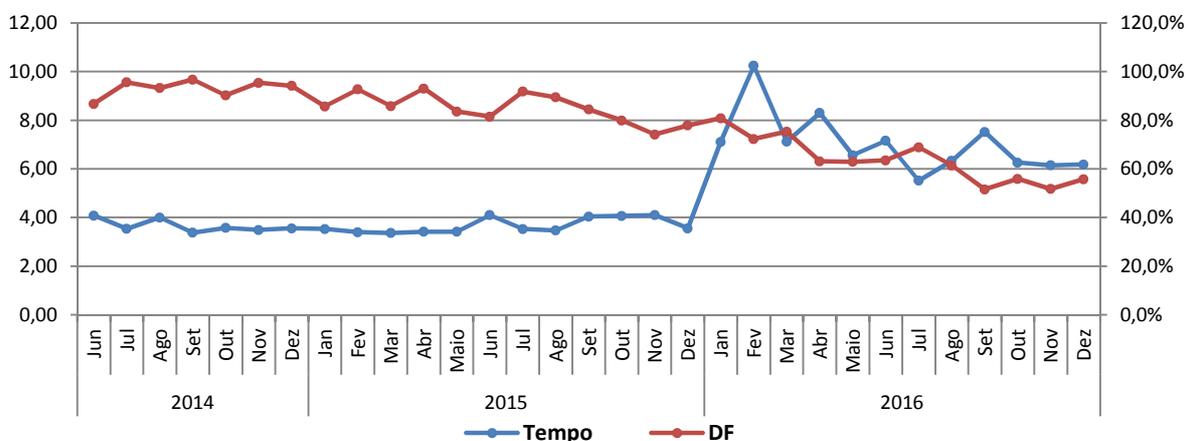


GRÁFICO 1. Média da Disponibilidade Física e Tempo de Carregamento da frota de pás carregadeira – 2014, 2015 e 2016. Fonte: Dados da pesquisa (2017)

Com relação aos dados observados no Gráfico 1, verifica-se uma correlação inversamente proporcional entre a disponibilidade física atingida no decorrer do período operacional e os tempos de carregamentos medidos. Pode-se afirmar por meio dos resultados apresentados no Gráfico 1 que quanto mais velhas as pás carregadeira menor a disponibilidade física dos equipamentos e maior o tempo para realizar o carregamento. Isso afeta diretamente o volume produzido pela empresa e, conseqüentemente, os resultados.

Um fator a destacar é que para atender as metas de carregamento da empresa mineradora estudada, faz-se necessário a disponibilidade física de 85% mensal para uma frota de 11 pás carregadeiras para se cumprir uma meta de produção de 12 milhões de toneladas de minério de ferro ao ano.

Por meio do sistema de planejamento e controle da manutenção integrado ao programa de gerenciamento sistêmico da manutenção, foi possível analisar o histórico dos gastos com a manutenção da frota de pás carregadeiras e determinar os valores necessários para realização das manutenções dos componentes e trem de força conforme recomendação do fabricante para que os equipamentos cheguem à idade produtiva de 30.000 horas estimadas.

Com base no histórico referente ao ano de 2016, foi possível realizar a previsão de gastos com peças, pneus e lubrificantes por pá carregadeira. A Tabela 3 apresenta os valores.

TABELA 3. Previsão de peças, pneus e lubrificantes – 2017

Equipamentos	Peças	Pneus	Lubrificantes	Total
1	R\$ 79.108,85	R\$ 61.961,63	R\$ 13.910,09	R\$ 154.980,57
2	R\$ 146.020,82	R\$ 61.961,63	R\$ 13.910,09	R\$ 221.892,54
3	R\$ 92.233,36	R\$ 61.961,63	R\$ 13.910,09	R\$ 168.105,08
4	R\$ 88.106,78	R\$ 61.961,63	R\$ 13.910,09	R\$ 163.978,50
5	R\$ 151.584,63	R\$ 61.961,63	R\$ 13.910,09	R\$ 227.456,35
6	R\$ 97.496,92	R\$ 61.961,63	R\$ 13.910,09	R\$ 173.368,64
7	R\$ 130.215,94	R\$ 61.961,63	R\$ 13.910,09	R\$ 206.087,66
8	R\$ 70.556,89	R\$ 61.961,63	R\$ 13.910,09	R\$ 146.428,61
9	R\$ 88.443,75	R\$ 61.961,63	R\$ 13.910,09	R\$ 164.315,46
10	R\$ 54.592,98	R\$ 61.961,63	R\$ 13.910,09	R\$ 130.464,70
11	R\$ 114.966,75	R\$ 61.961,63	R\$ 13.910,09	R\$ 190.838,47
Total	R\$ 1.113.327,67	R\$ 681.577,92	R\$ 153.011,01	R\$ 1.947.916,60

Fonte: Dados da pesquisa (2017)

Os valores demonstrados na Tabela 3 indicam a previsão de gastos com peças, pneus e lubrificantes por equipamento. Esses dados foram definidos conforme gastos das pás carregadeira no ano de 2016 e previsões de manutenções preventivas conforme horas a ser trabalhadas pelas carregadeiras. Importante explicar que para determinar os valores gastos com pneus e lubrificantes

foi utilizado histórico de desgaste por horas trabalhadas e projeção de consumo anual obtido por meio dos registros de ordens de serviço sistêmicas programadas.

Outros gastos previstos para o ano de 2017 da frota de pá carregadeira da mineração foram valores com componentes para a reforma do trem de força por equipamentos. A Tabela 4 apresenta esses valores.

TABELA 4. Previsão de componentes por equipamento – 2017

Equipamentos	Componentes
1	R\$ 747.568,66
2	R\$ 747.568,66
3	R\$ 747.568,66
4	R\$ 747.568,66
5	R\$ 505.773,32
6	R\$ 747.568,66
7	R\$ 747.568,66
8	R\$ 747.568,66
9	R\$ 747.568,66
10	R\$ 585.779,94
11	R\$ 585.779,94
Total	R\$ 7.657.882,44

Fonte: Dados da pesquisa (2017)

Em sequência, nesta pesquisa foi realizado o detalhamento dos valores dos componentes apresentado na Tabela 4, que tem uma previsão de R\$ 7.657.882,44 no ano de 2017. Neste estudo, foi possível estimar os valores para realizar as revisões programadas que abrangem as grandes reformas dos conjuntos e trem de força para manutenção da frota de pás carregadeiras. O detalhamento desse valor pode ser verificado na Tabela 5.

TABELA 5. Previsão de Componentes – 2017

Componentes	Qt	Total
Motor diesel	11	R\$ 1.612.367,02
Transmissão	10	R\$ 1.972.565,90
Eixo Traseiro Integrado Oscilante	11	R\$ 1.105.610,77
Eixo Dianteiro Integrado	11	R\$ 1.065.852,81
Cilindro Elevação	18	R\$ 770.653,42
Conversor Torque	10	R\$ 445.387,50
Cilindro Inclinação	9	R\$ 374.742,82
Cilindro Direção	18	R\$ 310.702,20
Total	98	R\$ 7.657.882,44

Fonte: Dados da pesquisa (2017)

A partir dos dados apresentados nesta pesquisa, é possível identificar que no ano de 2017, a empresa irá gastar com manutenções o valor de R\$ 7,6 milhões com componentes, necessários para manutenção dos conjuntos da frota de 11 pás carregadeiras e reestabelecimento a entrega de uma DF de 85% para garantia de produção.

3.1 Apresentação de propostas

No intuito de garantir a entrega de uma DF satisfatória para a produção, a confiabilidade da frota de pás carregadeiras e minimizar os gastos com a manutenção, a seguir são apresentados dois custos de oportunidade para a empresa.

3.1.1 Opção 1

Conforme recomendação do fabricante Caterpillar, deve-se realizar a reforma dos componentes e trem de força de 11 pás carregadeiras. Essa reforma gerará um gasto de 7,6 milhões com componentes no ano de 2017. Além dos gastos com componentes, a empresa também terá gasto de 1,9 milhões com matérias, pneus e lubrificantes.

Com a finalidade de diminuir o tempo de máquina parada aguardando reforma de componentes, sugere-se a aquisição de 01 conjunto de componentes reserva para realização de rodízio com acréscimo de R\$ 1,4 milhões para minimizar o impacto na DF da frota.

Sobre a disponibilidade física das pás carregadeira, verifica-se que no ano de 2016 os equipamentos tinham uma disponibilidade de 61% e com as manutenções que se propõem realizar a disponibilidade física poderá chegar a 85%. No entanto, como as manutenções serão realizadas ao decorrer do ano de 2017, será considerado neste estudo a média desses valores, ou seja, 73%.

O resultado esperado para a empresa é uma média de onze pás carregadeiras em operação com DF de 73% para a frota de 11 máquinas e o valor total gasto com manutenções das pás carregadeiras de R\$9,6 milhões. Os cálculos foram realizados levando em consideração a meta da empresa, onze pás carregadeira, com disponibilidade física de 85%, transportam no ano 12 milhões de toneladas de minério de ferro. A Tabela 6 a seguir apresenta o resumo da primeira opção.

TABELA 6. Resumo Opção 1 – 2017

Opção 1	
Quantidade Equipamentos	11
Movimentação (t)	10.305.882,34
DF da frota (%)	73,0%
Custo Manutenção da Frota (R\$)	R\$ 9.605.799,04
Custo por Tonelada Movimentada (R\$/t)	R\$ 0,93

Fonte: Dados da pesquisa (2017)

Por meio das informações apresentadas na Tabela 6, identifica-se que a empresa terá um custo por tonelada movimentada de R\$ 0,93 e um custo de manutenção com componentes, peças, pneus e lubrificantes de R\$ 9,6 milhões.

3.1.2 Opção 2

Na segunda opção, a proposta é de renovar a frota de pás carregadeiras ao invés de realizar a reforma dos componentes. Assim, foi levantado o valor de compra de uma carregadeira, que é de R\$ 850.000,00.

Desta forma, é sugerida a aquisição de dez pás carregadeiras ao invés de realizar as manutenções de reforma de trem de força da frota que terá um custo de R\$ 7,7 milhões. Importante destacar que, a empresa gastará R\$ 560.000,00 com peças, pneus e lubrificantes com as dez novas carregadeiras.

O resultado esperado para a empresa é uma média de dez pás carregadeiras com DF de 91% para a frota de dez máquinas e o valor total gasto com manutenções das pás carregadeiras de R\$8,5 milhões e garantia total do fabricante no primeiro ano, o que minimizaria os gastos com manutenções e peças. Vale destacar que o valor de 91% foi obtido a partir da média da disponibilidade física das pás carregadeira dos dozes primeiros meses quando foram compradas os 11 equipamentos, período de julho de 2014 a junho de 2015 conforme apresentado na Tabela 2.

A Tabela 7 a seguir apresenta o resumo da segunda opção.

TABELA 7 – Resumo Opção 2 – 2017

Opção 2	
Quantidade Equipamentos	10
Movimentação (t)	11.935.828,87
DF da frota (%)	91,0%
Custo Manutenção da Frota (R\$)	R\$ 9.060.000,00
Custo por Tonelada Movimentada (R\$/t)	R\$ 0,75

Fonte: Dados da pesquisa (2017)

Verifica-se na Tabela 7 que se a empresa optar pela segunda opção ela terá um custo por tonelada movimentada de R\$ 0,75 e um custo de manutenção de R\$ 9,0 milhões.

4. CONCLUSÕES

Com vistas aos estudos efetivados, através de um planejamento e controle de manutenção, nota-se que a Opção 2 é o cenário mais viável para procedência de manutenção, uma vez que, apresentou um custo de movimentação 5,7% menor do que da Opção 1, garante ainda a entrega para a operação de DF 91%, que implica aumento na confiabilidade por se tratar de uma frota nova com garantia do fornecedor. Importante comentar também que a segunda opção encontra-se próxima a meta apresentada pela empresa, 12.000 milhões de toneladas transportadas no ano, uma vez que, segundo previsões na média poderá transportar 11.935 milhões de toneladas no ano.

Vale ressaltar que a decisão não implica no aumento de gastos com mão de obra, pois com o mesmo efetivo é possível garantir a confiabilidade na entrega dos serviços de manutenção para a nova frota. Ainda, houve também um ganho de movimentação de 13,66%, que representam 1.629.946,53 toneladas por ano a partir da renovação da frota.

Dessa forma, por meio do estudo de viabilidade financeira do investimento para aquisição das dez pás carregadeiras CAT 966H, foi percebido que o valor inicial do investimento era consideravelmente baixo frente às reduções pelas quais a unidade seria beneficiada com a sua aplicação.

No entanto, por mais que neste estudo foi apresentado que a opção 2 é viável para a empresa, isto é realizar a troca dos equipamentos, sugere-se para desenvolvimento de nova pesquisa que apresente valores de depreciação dos equipamentos e considere os valores de reembolso de venda dos equipamentos antigos. No estudo futuro, o valor de reembolso da venda poderá ser considerado como parte do pagamento das máquinas novas.

REFERÊNCIAS

CASAROTTO FILHO, N.; KOPITCKE, B. H. **Análise de Investimentos**: Matemática financeira, engenharia econômica, tomada de decisão, estratégia empresarial. 11.ed. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2010.

FERREIRA, L. G. R.; FERREIRA L. C. R. **Estudo sobre os tipos mais utilizados e sua importância para a minimização de custos e desenvolvimento organizacional**. [2016?]. Pós-Graduados em Engenharia de

Processos Industriais. Revista Tec Hoje. IETEC. [2016?]. Disponível em: http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe_artigo/1998. Acesso: 12/02/2017.

KARDEC, A.; NASCIF, J. A. **Manutenção Função Estratégica**. Petrópolis: Qualitymark, 2001.

LAZARE, E. **Análise de viabilidade econômica de um novo equipamento: um estudo de caso para indústria moveleira**. 2014. 18 fl. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Especialização em Engenharia de Produção) Departamento Acadêmico de Mecânica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2014. Disponível em: http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/4143/1/PB_ESEP_I_2014_08.pdf. Acesso em: 10/02/2017.

MOKRZYCK, P. **Análise de viabilidade econômica da substituição de máquinas injetora de plástico, estudo de caso em uma empresa fabricante de componentes automotivos**. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Pós Graduação, do curso de Gerência de Manutenção) Departamento Acadêmico de Eletrotécnica (DAELT), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 55 p., 2012. Disponível em: http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1064/1/CT_CEGEM_VIII_2012_08.pdf. Acesso em: 15/02/2017

MOUBRAY, J. **Manutenção Centrada em Confiabilidade**. São Paulo: Aladon Ltda., , 426p, 2000.

NEO ENGENHARIA. **Engenharia de Manutenção**. 2006. Disponível em: <http://neoengenharia.zip.net/>. Acesso em 03/03/2017.

OTANI, M.; MACHADO, W. V. **A proposta de desenvolvimento de gestão da manutenção industrial na busca da excelência ou classe mundial**. Revista Gestão Industrial. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR Campus Ponta Grossa - Paraná – Brasil, 2008.

SIQUEIRA, Y. P. **Manutenção centrada na confiabilidade: manual de implementação**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2005.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 3 Edição. São Paulo: Atlas, 2008.