UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTAS DE QUALIDADE PARA AUMENTO DA VIDA ÚTIL DE PNEUS DE CAMINHÕES FORA-DE-ESTRADA

Gabriel Gomes Silva, Universidade Federal de Goiás, gabriel_gomes@ufg.br
Patrick Ferreira Demuner, Largo Resources Ltda, pdemuner@gmail.com
Paulo Elias Carneiro Pereira, Universidade Federal de Goiás, paulo_elias_carneiro@ufg.br
Renato de Paula Araújo, Universidade Federal de Goiás, depaula.araujo@hotmail.com
Henrique Senna Diniz Pinto, Universidade Federal de Goiás, hsennadiniz@hotmail.com

Resumo: *A operação de transporte representa uma parcela importante dos custos operacionais na etapa de lavra (extração) em empreendimentos mineiros. Estima-se que os pneus representem de 20% a 30% dos custos operacionais no transporte, necessitando, portanto de procedimentos que maximizem sua vida útil. Foi utilizado neste trabalho o ciclo PDCA, auxiliado por outras ferramentas básicas da qualidade, como uma metodologia visando a redução do desgaste dos pneus de caminhões fora-de-estrada em um empreendimento mineiro. Os resultados obtidos mostraram uma diminuição do consumo dos pneus já no primeiro ciclo implantado, em que a vida útil aumentou de 4707 horas para 5597 horas, o que representou um aumento de 19%, ocasionando, portanto, em uma diminuição dos custos operacionais.*

Palavras-chave: *Ciclo PDCA, Lavra, Pneus, Transporte.*

1. INTRODUÇÃO

No cenário mundial atual, a alta competitividade do mercado faz com que as empresas busquem continuamente o desenvolvimento de diferenciais estratégicos, principalmente no que se refere à melhor forma de alocar os recursos e de realizar as atividades operacionais, de modo a alcançar uma maior qualidade nos produtos e métodos de produção, atendendo, assim, as exigências dos clientes, possibilitando que a empresa se mantenha no mercado.

Este cenário se torna ainda mais crítico na indústria mineral, a qual está sempre sujeita a riscos demasiadamente elevados, cujos fatores que contribuem para tal são: período de tempo do projeto; investimento necessário, geralmente da ordem de centenas de milhões de reais; tempo em que se dará o retorno do investimento; incertezas quanto ao preço da *commodity*, custos e demanda, e; fatores governamentais (políticas públicas) (RIEBER, 1992). Ainda, de acordo com Bagherpour (2007), o setor mineral vem sendo sujeito a constante aumento dos custos de capital e operacionais, tornando necessária a redução de tais custos, particularmente os associados às operações produtivas.

A partir do exposto, torna-se importante, e até necessário, efetuar um controle e melhoria das operações, a fim de obter processos com custos operacionais menores, e consequentemente maior lucratividade do empreendimento e patamares de qualidade cada vez maiores.

Na mineração, o controle do processo nas várias etapas, desde a lavra até a expedição final do concentrado ou do metal produzido, é fundamental quando se busca a redução dos custos operacionais. A etapa de lavra agrega uma parte considerável dos custos do empreendimento, onde a operação de transporte representa 70% dos custos operacionais na mina, seguida das atividades de desmonte de rochas e carregamento, as quais representam 12% e 10%, respectivamente (BAGHERPOUR, 2007). Portanto, a operação de transporte é uma área passível de aplicação de ferramentas que visem a otimização de processos e redução de custos.

De acordo com a Revista M&T Manutenção e Tecnologia (2011), a partir das atividades de gerenciamento na mineração, é possível afirmar que os pneus correspondem em torno de 20% a 30% dos custos operacionais de uma frota de equipamentos móveis. Portanto uma redução de

custos operacionais na lavra pode ser alcançada pelo melhor controle das condições de operação dos pneus buscando maximizar a vida útil destes.

A melhoria dos processos produtivos pode ser alcançada pelo uso de ferramentas de qualidade. Destas, o ciclo PDCA tem se mostrado eficiente para tal, consagrando-se como uma metodologia para a obtenção de processos cada vez melhores.

O ciclo PDCA, de acordo com Werkema (1995), é um método gerencial de tomada de decisões para garantir o alcance das metas necessárias à sobrevivência de uma organização. O ciclo representa um processo sem fim, que é realizado de forma contínua, fazendo um questionamento dos trabalhos detalhados de um determinado processo.

O ciclo é dividido em quatro etapas consecutivas, as quais são (AGOSTINETTO, 2006): (i) *Plan*, é determinado o problema a ser estudado, estabelecidos os objetivos e metas, e elaborado um plano de ação para a correção do problema observado; (ii) *Do*, na qual são realizados treinamentos em relação ao procedimento para correção do problema, seguido da implantação do plano de ação; (iii) *Check*, etapa em que é verificado o efeito do plano de ação, ou seja, se as metas foram devidamente cumpridas, e (iv); *Act*, na qual são realizadas ações para corrigir desvios - caso em que as metas não foram atingidas - e padronizar os processos, caso em que as metas foram cumpridas.

Outra técnica utilizada é o Diagrama de Ishikawa (Causa e Efeito), técnica largamente utilizada, que mostra a relação entre um efeito e as possíveis causas que podem estar contribuindo para que ele ocorra, permitindo assim visualizar, em conjunto, as causas principais e secundárias de um problema, ampliando a visão de suas possíveis causas, enriquecendo a sua análise e a identificação de soluções, ou seja, permite analisar os processos em busca de melhorias (SEBRAE, 2005).

A partir da situação exposta, e considerando-se o ciclo PDCA como uma alternativa eficiente para a melhoria de processos, propõe-se com este trabalho, aplicar tal metodologia em um empreendimento mineiro com o objetivo de aumentar a vida útil dos pneus da frota de caminhões fora-de-estrada, o que irá contribuir para a redução dos custos operacionais na etapa de transporte.

2. METODOLOGIA

O trabalho teve início (Etapa *Plan*) com uma coleta de informações no que diz respeito à vida útil dos pneus e a como as operações de carregamento e transporte são conduzidas. Em seguida, a equipe do projeto se reuniu com os colaboradores diretamente ligados à atividade (transporte) em uma reunião do tipo *brainstorming* com o objetivo de adquirir mais informações, de caráter específico, relacionadas às causas do desgaste prematuro dos pneus.

Os dados coletados durante o *brainstorming* foram inseridos em um Diagrama de Ishikawa para melhor identificação das principais causas do problema abordado, o que resultou no diagrama exposto na Fig. (1). Após o procedimento, foram notadas causas relacionadas diretamente à manutenção dos equipamentos (paralelismo[1] e ângulos de Camber e Caster[2]) e ao produto fornecido (escultura e composto da borracha), de tal forma que, antes de se proceder com a elaboração de um plano de ação, foi emitido um pedido de averiguação destas causas aos responsáveis pelas áreas.

A partir das informações reunidas, e conhecendo-se as principais causas do problema, procedeu-se com a elaboração de um plano de ação, com o propósito de aumentar a vida útil e maior controle do desgaste dos pneus.

[1] Corresponde à diferença de orientação entre as rodas e o eixo longitudinal do veículo, resultando em um ângulo - de convergência ou divergência.

[2] Inclinação das rodas do veículo em relação ao plano horizontal do eixo (Camber) e a uma reta vertical que passa pelo centro da roda (Caster).

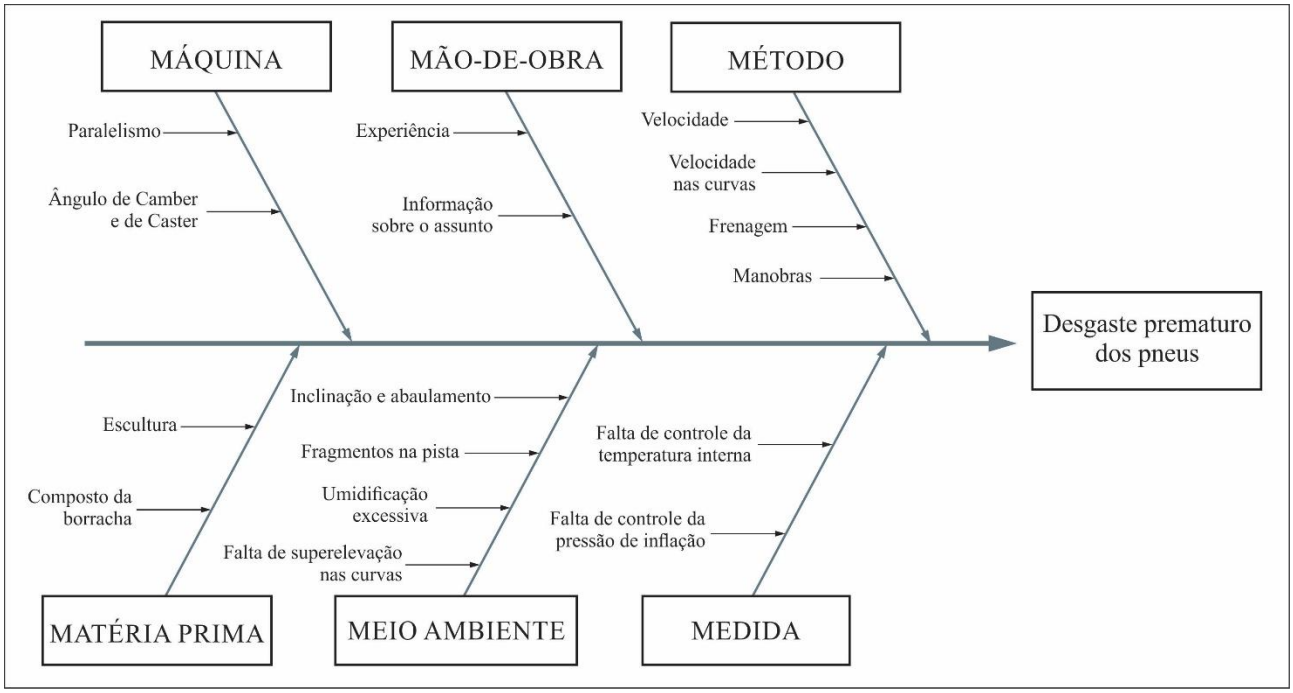

Figura 1: Diagrama de Ishikawa construído a partir do *brainstorming* com os colaboradores (Fonte: Dados da pesquisa)

Neste caso, como as causas vinculadas à manutenção dos equipamentos e à qualidade do produto fornecido ficaram a cargo das áreas responsáveis, o plano de ação foi elaborado com o propósito de correção das causas elencadas nos quesitos Mão-de-Obra, Meio Ambiente, Método e Medida (Figura (1)). Desta forma, as medidas tomadas incluíram: redução de velocidade nas vias; efetuação de treinamentos aos colaboradores; adequação das vias de acesso, e; controle da pressão dos pneus. A Tab. (1) mostra todas as medidas tomadas, as quais compuseram o plano de ação.

Tabela 1: Inventário das medidas tomadas como Plano de Ação da etapa *Plan* (Fonte: Dados da pesquisa)

Causa Geral	Decisão do Plano de Ação
Mão-de-Obra	Realização de treinamentos aos operadores
Método	Alteração das velocidades máximas de 20 km/h para 15 km/h nas curvas e de 45 km/h para 40 km/h nos demais trechos. Implantação de sinalização nos trechos necessários
Meio Ambiente	Mapeamento das pistas e correção do traçado Melhoria das condições estruturais das vias de acesso
Medida	Implementação da medição diária da pressão e da temperatura dos pneus

O plano de ação elaborado foi implantado (Etapa *Do*), acompanhado de programas de treinamento aos colaboradores. Foram realizadas reuniões com os colaboradores a fim de demonstrar a importância do tema e do engajamento destes para se atingir os objetivos do projeto.

Na ocasião da implantação do plano de ação, dentre ações descritas neste, não foi possível efetuar as medições da pressão e da temperatura dos pneus em todos os caminhões, uma vez que tal atividade inevitavelmente acarretaria em uma diminuição da disponibilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a implantação do plano de ação, foram coletadas as informações sobre o desgaste dos pneus após a introdução das medidas corretivas. Comparando-se tais informações com os dados sobre o desgaste antes de tais medidas (Etapa *Check*), mostradas na Tab. (2), pode-se observar que houve uma diminuição do consumo médio da borracha dos pneus, de 0,0117 mm/h para 0,0098 mm/h, o que representa uma diminuição de 16,24% no desgaste. Entretanto, tal redução poderia eventualmente ser maior com o controle da pressão e temperatura dos pneus, já que estes fatores interferem na qualidade da borracha ao longo do tempo de utilização.

Tabela 2: Informações sobre o desgaste dos pneus antes e depois da implantação do ciclo PDCA (Fonte: Dados da pesquisa)

Caminhão	Pneu	Desgaste Antes (mm/h)	Desgaste Depois (mm/h)
CM1	PN1	0,0110	0,0097
	PN2	0,0112	0,0092
	PN3	0,0104	0,0110
	PN4	0,0121	0,0095
	PN5	0,0094	0,0104
	PN6	0,0124	0,0092
CM2	PN7	0,0130	0,0095
	PN8	0,0110	0,0088
	PN9	0,0108	0,0085
	PN10	0,0113	0,0093
	PN11	0,0118	0,0099
	PN12	0,0123	0,0100
CM3	PN13	0,0116	0,0107
	PN14	0,0127	0,0100
	PN15	0,0110	0,0091
	PN16	0,0117	0,0099
	PN17	0,0111	0,0103
	PN18	0,0112	0,0098
CM4	PN19	0,0110	0,0092
	PN20	0,0146	0,0103
	PN21	0,0127	0,0101
	PN22	0,0124	0,0105
	PN23	0,0128	0,0108
	PN24	0,0110	0,0102

A partir do monitoramento da vida útil dos pneus, foi observado ainda que o tempo de vida útil médio anterior à implantação do plano de ação, de 4707 horas trabalhadas, aumentou para 5597 horas após a realização das medidas corretivas (Figura (2)), o que representa percentualmente um aumento de 18,91% no tempo de vida útil.

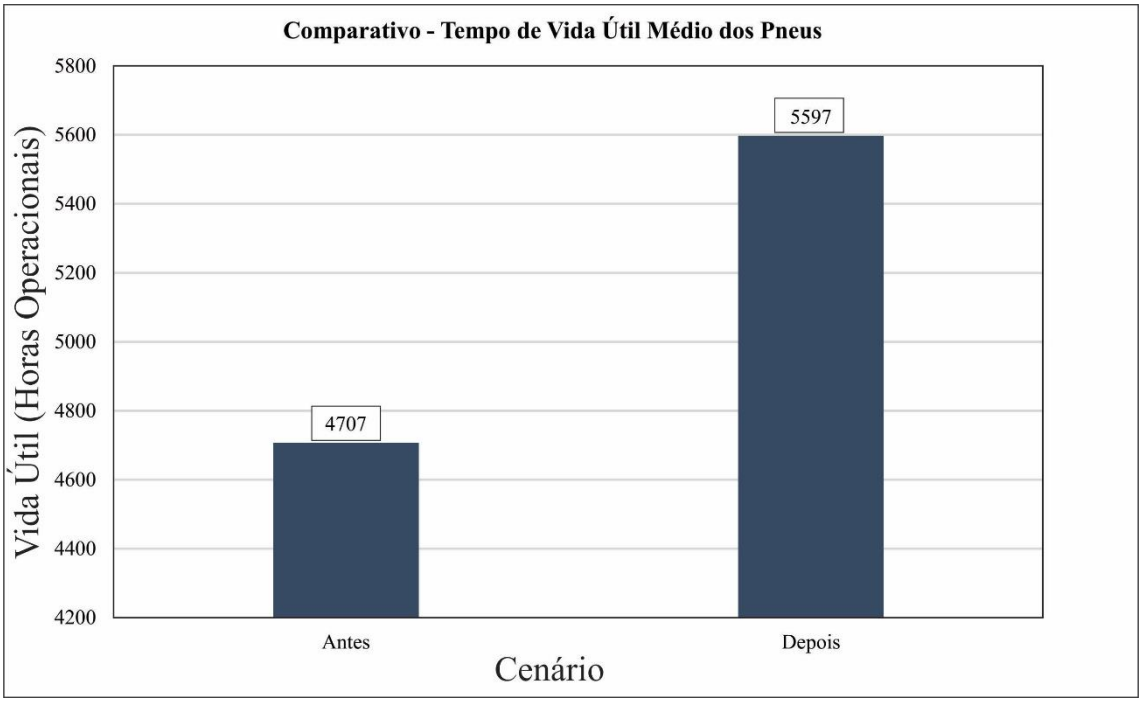

Figura 2: Gráfico mostrando o comparativo entre os tempos de vida útil médios dos pneus antes e depois da implantação do plano de ação (Fonte: Dados da pesquisa)

Com base nos resultados alcançados, observa-se que foi possível, por meio do ciclo PDCA, com o auxílio de outras ferramentas da qualidade, atingir um aumento da vida útil dos pneus, o qual seria provavelmente ainda maior com o controle da pressão dos pneus.

Neste aspecto, faz-se necessário um estudo com o intuito de implantar um sistema automático de medição, cujas informações seriam enviadas aos operadores dos caminhões em tempo real, permitindo que a calibração seja efetuada o mais rápido possível, evitando o tráfego de caminhões com pneus não devidamente calibrados.

4. CONCLUSÕES

A partir da aplicação do ciclo PDCA, auxiliado por algumas ferramentas de qualidade (diagrama de Ishikawa e *brainstorming*) foi possível atingir, nesta fase do projeto, uma melhoria significativa no desgaste dos pneus, cujo tempo de vida útil médio aumentou cerca de 19%, mesmo com a ausência do controle da pressão e da temperatura dos pneus, o que gerará uma redução de custos operacionais na etapa de transporte, a serem ainda quantificados.

Os resultados alcançados evidenciam a importância da utilização de ferramentas de qualidade para melhoria de processos, e, ainda mais importante, para redução de custos, em que, por meio de medidas relativamente simples, obtém-se melhorias/ganhos importantes.

Pretende-se em trabalhos futuros efetuar a avaliação do impacto do controle da pressão e da temperatura no tempo de vida útil dos pneus, seguido por um estudo quantitativo da redução dos

custos operacionais. Além disso, pretende-se efetuar um estudo mais detalhado na etapa de transporte e estender o uso das ferramentas de qualidade a outras etapas do processo (carregamento, britagem, etc).

5. REFERÊNCIAS

AGOSTINETTO, J. S. Sistematização do processo de desenvolvimento de produtos, melhoria contínua e desempenho: o caso de uma empresa de autopeças. 2006. 121 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção)–Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.

BAGHERPOUR, R. Technical and economical optimization of surface mining processes – Development of a data base and a program structure for the computer-based selection and dimensioning of equipment in surface mining operations. 2007. 139 f. Tese (Doutorado em Engenharia)–Departamento de Energia e Economia, Universidade Técnica de Clausthal, Clausthal-Zellerfeld, 2007.

REVISTA M&T MANUTENÇÃO e TECNOLOGIA. Cuidados que Geram Economia. Disponível em:<www.revistamt.com.br/index.php?option=com_conteudo&task=viewMateria&id=666>. Acesso em: 18 abr. 2017.

RIEBER, M. Introduction. In: HARTMAN, H. L. (Ed.). Mineral Engineering Handbook. 2. ed. Colorado: Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc., 1992. cap. 2, p. 43-46.

SEBRAE. Manual de Ferramentas de Qualidade. Manual Técnico, 2005. Disponível em: <http://www.dequi.eel.usp.br/~barcza/FerramentasDaQualidadeSEBRAE.pdf>. Acesso em: 24 abr. 2017.

WERKEMA, M. C. C. As Ferramentas da Qualidade no Gerenciamento de Processos. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1995. 124 p.

6. DIREITOS AUTORAIS

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído no seu trabalho.