

# UTILIZAÇÃO DA TELEMETRIA EMBARCADA PARA GERENCIAMENTO DO ABASTECIMENTO DE CAMINHÕES DE GRANDE PORTE NA MINERAÇÃO

Walter Schmidt Felsch Junior <sup>1</sup>  
Pablo Rodrigo Vieira da Cunha <sup>1</sup>  
Valdeis de Souza Oliveira <sup>1</sup>  
Eder Flavio Araújo Costa <sup>1</sup>

## Resumo

Os processos de produção estão sendo otimizados constantemente com o auxílio da eletrônica embarcada, da informática e de sistemas de comunicação. A telemetria, ferramenta presente nos caminhões utilizados na mineração, possibilita a geração de informações dos sinais vitais dos equipamentos em tempo real. Esta tecnologia foi utilizada para gerenciar o abastecimento de óleo diesel dos caminhões de grande porte de maneira a otimizar o direcionamento dos equipamentos de mina ao posto de combustíveis. O trabalho foi desenvolvido na empresa CSN Mineração, com o objetivo de aumentar o volume médio de óleo diesel abastecido e reduzir a frequência de abastecimentos realizados. Após a implementação do trabalho foi constatado aumento de 12,6% no volume médio abastecido e redução de 21,8% no número médio mensal de abastecimentos por equipamento de transporte. Estes índices proporcionaram um ganho de 0,33% na utilização efetiva dos equipamentos de transporte da mina.

**Palavras-chave:** Abastecimento; Telemetria; Mineração; Equipamentos de transporte.

## ON-BOARD TELEMETRY APPLIED TO MINING OFF-ROAD TRUCKS FOR FUEL SUPPLY MANAGEMENT

### Abstract

The production processes are constantly being optimized with the aid of embedded electronics, computers and communication systems. Telemetry, a tool present in trucks used in mining, enables the generation of information of the vital signs of the equipment in real time. This technology was used to manage the diesel oil supply of off-road trucks in order to optimize the direction of the mine equipment to the fuel station. The work was developed in the company CSN Mineração, with the objective of increasing the average volume of diesel oil supplied and reducing the number of supplies made. After implementation a 12.6% increase in average volume of fuel supplied and a 21.8% in monthly number of refueling per truck are found. These indices provided a gain of 0.33% in the effective use of mine transport equipment.

**Keywords:** Supply; Telemetry; Mining; Transport equipment.

## 1 INTRODUÇÃO

O atual cenário na mineração mundial aponta uma forte necessidade das empresas em investirem em novas tecnologias para otimização dos processos produtivos e redução de custos operacionais.

Custos relacionados ao transporte são geralmente duas vezes o custo de carregamento; consequentemente, maior atenção deve ser dada a seleção do caminhão [1]. Sendo assim, a implantação de uma melhoria nesta etapa implica em significativo impacto no custo final de produção.

Se tratando de equipamentos de mina, as operações de abastecimento são realizadas com grande frequência em suas atividades. A rotina de abastecimento ocorre, em sua maioria, com o deslocamento dos equipamentos aos pontos de abastecimento ou utilização de caminhões comboio.

O fluxo de abastecimento pode gerar grandes perdas operacionais quando não gerenciado de forma adequada. Este fluxo pode ser controlado com o auxílio de apontamentos manuais, informações automatizadas e também softwares

<sup>1</sup>Companhia Siderúrgica Nacional, Congonhas, MG, Brasil. E-mail: [walter.felsch@csn.com.br](mailto:walter.felsch@csn.com.br)



especializados, como sistemas de controle de tráfego. Estes sistemas também conhecidos como Despacho Eletrônico, possuem o objetivo de maximizar a movimentação da frota, reduzir as perdas operacionais devido à parada de equipamentos e identificar oportunidades relacionadas à melhoria da produtividade e utilização da frota.

A redução no consumo de combustíveis fosseis gera ganhos financeiros e também ambientais, na medida em que se reduzem as emissões de resíduos e gases poluentes (provenientes da queima do combustível) [2].

O gerenciamento automatizado de abastecimento pode resultar economias significativas nas empresas através da redução de processos de gestão manuais, seja alocações de equipamentos ou lançamentos manuais de informações em planilhas de controle [3].

Uma abordagem sobre a manutenção de equipamentos móveis de mina na era da informação e sobre a necessidade existente na mineração de integração de interfaces de comunicação foi realizada por pesquisadores. O monitoramento remoto de equipamentos tem grande potencial para redução de custos de manutenção e aumento da produção através de maior disponibilidade dos equipamentos [4].

Para maximizar os benefícios da utilização de tecnologias da informação, a indústria de mineração deve padronizar os formatos de dados e protocolos para troca de dados sem restrições. A adoção de tais regras facilita o fornecimento de dados de tempo real para apoio à decisão gerencial [5].

O trabalho foi desenvolvido na empresa CSN Mineração (Companhia Siderúrgica Nacional), na mina Casa de Pedra localizada no município de Congonhas/MG. A unidade conta com caminhões da frota Caterpillar modelo 793F com capacidade de transporte de 240 toneladas para a realização de suas atividades de transporte, que é realizada em tempo integral (24 horas por dia).

Atualmente são identificadas três alternativas para controle de abastecimento dos equipamentos de mina:

1 – **Controle de abastecimento manual** (via operadores de equipamentos): O operador identifica a necessidade de abastecimento e solicita liberação para deslocamento ao posto de combustíveis ou comboio;

2 – **Controle de abastecimento automático** (via decréscimo de combustível): O sistema de despacho utiliza uma lógica de decréscimo de combustível através da inserção do consumo médio de combustível (litros/hora) e do número de horas de operação realizadas para cada equipamento. De acordo com o tipo de sistema de despacho utilizado, existem duas opções de alocação ao ponto de abastecimento:

- o 2.1 – Alocação manual: O técnico responsável pelo sistema recebe uma informação do software e realiza a alocação do equipamento ao posto de formas manual;

- o 2.2 – Alocação automática para abastecimento: O sistema aloca automaticamente o equipamento para abastecimento de acordo com as configurações inseridas.

3 – **Controle de abastecimento on-line** (via telemetria):

O sistema de despacho faz a leitura automática da rede CAN (*Controller Area Network*) do equipamento, extraindo em tempo real as informações de volume de diesel e realiza a alocação do equipamento ao local de abastecimento. Neste trabalho foi utilizado o sistema VIMS (*Vital Information Management System*) presente nos equipamentos da frota Caterpillar.

Telemetria é uma palavra originária da Grécia, onde *tele* significa remoto, longe; e *metron* significa medida, medição. O conceito de Telemetria pode ser definido pela transferência e utilização de dados originados de uma rede de equipamentos remotos, com objetivo de monitoramento, medição e controle. A comunicação pode ser realizada via rede fixa ou rede sem fio.

Para a implantação do monitoramento dos equipamentos através da telemetria, são necessários que existam sensores específicos, corretamente instalados; pessoas capacitadas para análise de parâmetros e rotinas sistemáticas de análise.

O objetivo deste trabalho é reduzir a frequência de abastecimentos dos equipamentos e aumentar o volume médio abastecido, assim resultando no aumento da utilização efetiva da frota. A abordagem utilizada será a migração do controle automático de abastecimento via decréscimo de combustível para controle *online* de abastecimento via dados de telemetria embarcada.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

O fluxo de abastecimento dos equipamentos de grande porte na mina Casa de Pedra era realizado através do controle automático de abastecimento através do decréscimo de combustível. Este sistema funciona com inserção de dados de consumo médio horário dos equipamentos (l/h), de acordo com as informações do fabricante, modelo e histórico de consumo individual. O sistema de controle de frotas utilizado na mina é o *Intellimine* (Modular Mining System) que possui uma ferramenta que calcula o momento do próximo abastecimento dos equipamentos de acordo com o número de horas efetivas de operação, eventos de horas improdutivas onde se consome combustível e também através do consumo específico (litros consumidos por hora trabalhada) configurados no sistema. A partir de um valor previamente estipulado, o sistema envia os equipamentos para abastecimento de forma automática.

Esta metodologia possui boa aderência às informações de abastecimento, porém possui pontos que necessitam de ajustes manuais:

1. Necessidade de atualização periódica do consumo médio de combustível da frota;
2. Erros de apontamentos dos operadores relacionados a horas de operação e horas improdutivo dos equipamentos;
3. Variabilidade de fluxos de operação relacionadas a Distância Média de Transporte (DMT) e inclinação das rampas.

Estes aspectos geram um nível de incerteza nas informações de abastecimento, sendo necessário incluir um intervalo de confiança (erro médio) para envio dos equipamentos para o posto, de maneira a evitar eventos de pane seca.

O nível crítico de abastecimento dos caminhões informado pela empresa fabricante foi fixado em 15% da capacidade do tanque. Valores inferiores a 15% podem ocasionar falhas na bomba de combustível e contaminação do sistema de abastecimento devido a introdução da sujidade do fundo do tanque [6]. Neste caso, o equipamento é enviado imediatamente ao posto para abastecimento.

Foi estipulado entre as áreas de operação e manutenção de mina o nível ótimo para início do abastecimento em 30% da capacidade total do tanque de combustível, ou seja, a partir deste valor os equipamentos começavam a ser encaminhados para o posto de combustível.

A Figura 1 mostra a capacidade do abastecimento no período anterior a implantação do trabalho (Período I) que compreende os meses de Janeiro a Maio de 2017.

Pode-se verificar que 62,7% do número de abastecimentos estavam fora dos limites estabelecidos ( $15\% < X < 30\%$ ).

Para a implantação do controle de abastecimento via telemetria, foi necessário a verificação e ajuste dos sensores específicos instalados nos equipamentos. No início do mês de Junho/2017, o sistema de despacho foi configurado para leitura da telemetria embarcada (VIMS).

A informação do volume de óleo diesel que consta no tanque dos equipamentos pode ser acompanhada em tempo real pelos técnicos através de um aplicativo disponível no sistema de despacho para acompanhamento *online* do volume de combustível da frota, que pode ser visualizado na Figura 2.

Os técnicos de sala de controle foram orientados a iniciar o abastecimento da frota a partir de 30% de sua capacidade, de maneira a evitar filas no abastecimento e também pela limitação do posto que possui capacidade de abastecer um caminhão por vez.

### 3 RESULTADOS

Após a fase de desenvolvimento do trabalho, foram verificados ganhos que mostraram um processo de melhoria contínua relacionado com o aumento do volume médio abastecido da frota de transporte e redução do desvio padrão entre as amostras dos abastecimentos.

Os dados foram classificados em 2 períodos:

**Período I:** Compreendido entre os meses de Janeiro a Maio de 2017 (período anterior a implantação do trabalho)

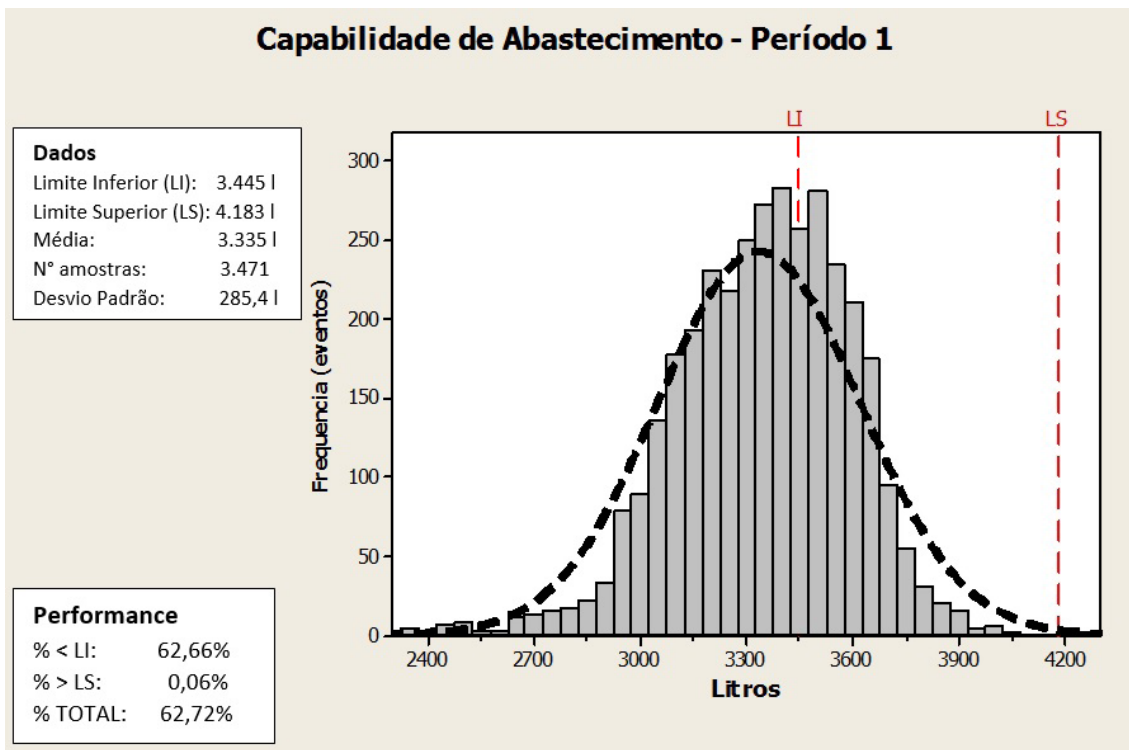


Figura 1. Capacidade do abastecimento (período anterior a implantação do trabalho).

**Período 2:** Compreendido entre os meses de Junho e Dezembro de 2017.

A Figura 3 mostra a evolução dos resultados, nos dois períodos informados, relacionados ao volume médio e desvio padrão dos abastecimentos:

Outro ponto de grande relevância para aumento do volume médio de abastecimento foi a criação de um indicador de acompanhamento diário para cada equipe de produção, a partir do mês de Agosto/17. As equipes passaram a justificar possíveis desvios e anormalidades no processo de abastecimento caso não alcançassem os limites estabelecidos. Pode-se constatar que indicadores com

acompanhamento e controle periódicos tendem a ser mais efetivos em seus resultados. A Figura 4 ilustra % médio de abastecimento (número de litros abastecidos / capacidade do tanque diesel), no ano de 2017.

Os resultados obtidos a partir da comparação dos dois períodos analisados foram:

1. Aumento de 12,6% no volume médio abastecido - frota de transporte;
2. Redução de 21,8% no número médio mensal de abastecimentos por equipamento de transporte (Figura 5);

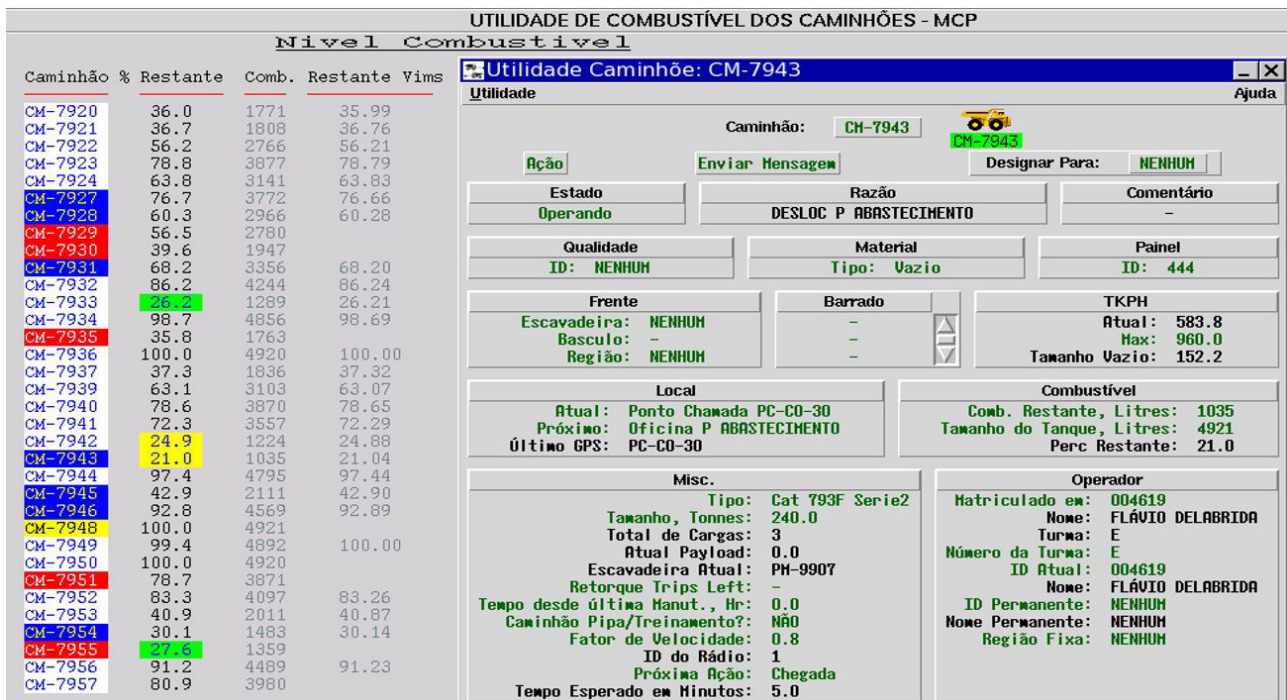


Figura 2. Interface de acompanhamento online do volume de diesel dos equipamentos.

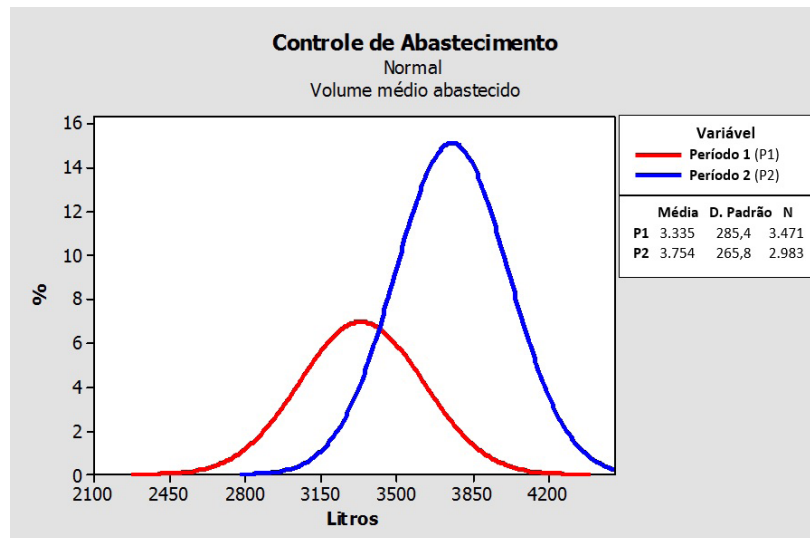


Figura 3. Análise do volume médio dos abastecimentos.

3. A menor frequência de abastecimento gerou redução do tempo médio de deslocamento da frota de transporte até o posto de combustíveis em 75 horas mensais. Este valor resultou no aumento de 0,33%

na utilização efetiva da frota. A Figura 6 ilustra os ganhos em periodicidade mensal:

4. Redução de 7% no desvio padrão do volume médio abastecido;

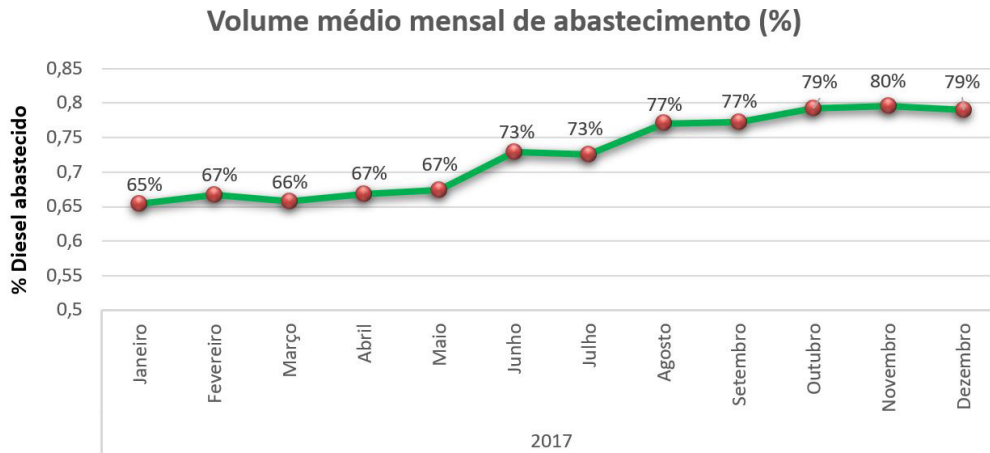


Figura 4. Acompanhamento do indicador abastecimento (%).

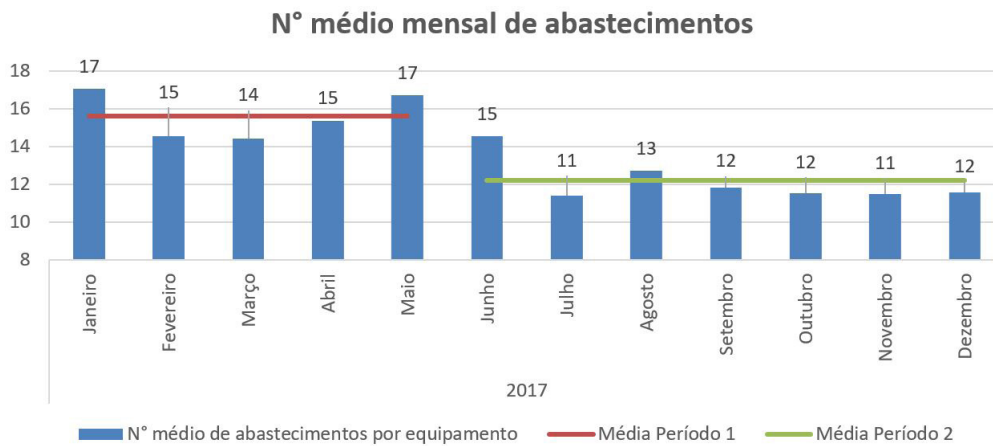


Figura 5. Análise do número médio de abastecimentos por equipamento.

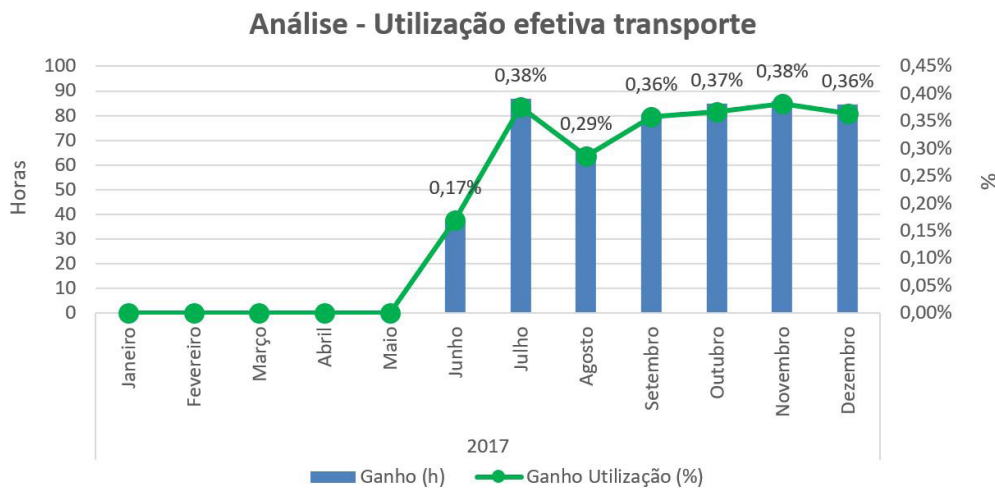
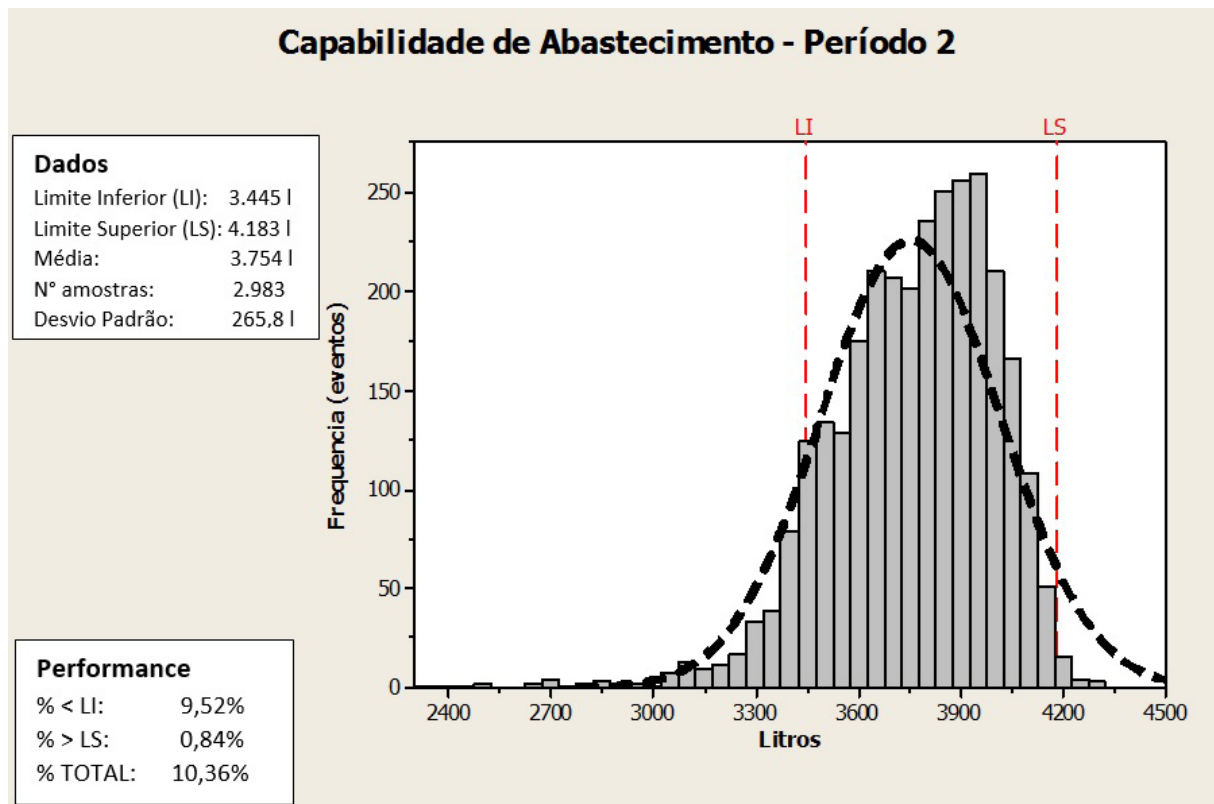


Figura 6. Ganhos identificados com o aumento nas horas de operação e utilização efetiva.



**Figura 7.** Capabilidade do abastecimento (período posterior a implantação do trabalho).

A Figura 7 mostra a capabilidade do abastecimento referente ao período posterior a implantação do trabalho. Pode-se verificar que houve uma redução significativa no número de abastecimentos fora dos limites pré-estabelecidos ( $15\% < X < 30\%$ ).

#### 4 DISCUSSÃO

Os resultados alcançados vieram a confirmar as premissas iniciais do trabalho: a confiabilidade nas informações da telemetria embarcada. Foi verificado que as configurações inseridas no sistema de despacho e apontamento dos operadores podem gerar erros e minimizar o potencial de ganhos. O fluxo de abastecimento implementado reduziu o número de abastecimentos realizados para cada equipamento, além de aumentar a utilização efetiva da frota. Outro ponto de relevância do trabalho foi a inexistência de eventos de falta de combustível (pane seca).

Foi desenvolvida uma metodologia para controle de abastecimento na unidade Pires da CSN, migrando o controle manual para o controle automático de abastecimento via decréscimo de combustível. Foi constatado um aumento de 11,4% no volume médio abastecido e aumento de 0,61% na utilização efetiva da frota de transporte [7].

Visando maior competitividade empresarial, a tecnologia de transmissão remota de dados é um recurso de fundamental importância para o setor mineral, uma vez que, com o avanço econômico, a comunicação *online* é um

fator essencial para a tomada de decisões estratégicas e redução de custos operacionais.

#### 5 CONCLUSÃO

Os processos de produção estão sendo otimizados constantemente com o auxílio da eletrônica embarcada, da informática e dos sistemas de comunicação para obter informações em tempo real e subsidiar a tomada de decisões.

Com a utilização do sistema de gestão de abastecimento via telemetria embarcada para o envio automático dos equipamentos ao posto de combustível, foram constatadas melhorias operacionais como o aumento do volume médio de abastecimento e redução no número de abastecimentos realizados por equipamento. Estas melhorias culminaram em um aumento de 0,33% na utilização efetiva dos equipamentos.

Este trabalho possui uma expectativa de redução de custos da ordem de R\$ 1.200.000,00 por ano na unidade Casa de Pedra. Este valor será confirmado em estudos futuros.

Os ganhos mensurados no trabalho possuem influência direta nos custos da empresa e podem justificar possíveis reduções de OPEX.

Além de utilização de novas tecnologias para desenvolvimento de controle e indicadores, o monitoramento constante dos resultados se mostrou essencial para evolução e melhoramento dos índices.

## REFERÊNCIAS

- 1 Bozorgebrahimi E, Hall RA, Blackwell GH. Sizing equipment for open pit mining – a review of critical parameters. *Mining Technology*. 2003;112:A171-A179.
- 2 Campos CR Jr, Zenha TM, Recla TAR, Silva WL. Desenvolvimento de uma metodologia para redução do consumo específico de diesel em caminhões fora de estrada em uma empresa do setor de mineração. In: *Anais do Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia*; 2013 Outubro 23-25; Resende, Brasil. Campos dos Goytacazes: Universidade Candido Mendes; 2013.
- 3 Cochefski P. Fuel management: fleet managers feel the pressure. *The concrete products*. 2011; 6: 34-36.
- 4 Lewis MW, Steinberg L. Maintenance of mobile mine equipment in the information age. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*. 2001;7(4):264-274.
- 5 Knights PF, Daneshmend LK. Open systems standards for computing in the computing in the mining industry. *CIM Bulletin*. 2000;93(1042):89-92.
- 6 Caterpillar. *Caterpillar performance handbook*. 47th ed. Vol. 2. Peoria, Illinois, USA: US Caterpillar Company; 2017.
- 7 Felsch WS Jr, Oliveira VS, Coutinho G, Pinto AA. Gestão do abastecimento dos equipamentos de carga e transporte - Unidade Pires. *Revista Brasil Mineral (São Paulo)*. 2016;364:17-20.

Recebido em: 21 Abr. 2018

Aceito em: 24 Out. 2018