

REDUÇÃO DE PERDAS PRODUTIVAS NA ÚLTIMA HORA DO TURNO – MINA DE FÁBRICA NOVA¹

Alysson Lazares Silva²
Anderson Luiz da França³
Davi Ferreira Queiroga Alves⁴
Marçílio Abreu Vitor⁵

Resumo

O projeto teve como objetivo principal a redução de perdas de produção na 6^a(última) hora do turno na Mina de Fábrica Nova, via acompanhamento da massa movimentada por hora. Todo o desenvolvimento do projeto baseou-se na utilização da metodologia Seis Sigma. Buscou-se a criação de ferramentas para monitoramento sistematizado da produção do turno, desmembrado por hora. As análises compreendem a aferição da diferença percentual da massa média movimentada na 6^a hora, pela massa média movimentada entre a 2^a e 5^a horas do turno. Levam-se em consideração as horas improdutivoas internas e externas, que impactam na utilização física dos equipamentos de carga e transporte e conseqüentemente na massa movimentada. O conhecimento dos problemas impactantes da última hora do turno possibilitou uma tratativa eficaz para minimização das horas improdutivoas geradas e conseqüentemente a otimização da utilização dos ativos. Obteve-se no período, setembro/2011 à agosto/2012, a redução de 50% da perda de produção na 6^a hora, saindo do patamar de 28% para 14% de perda, em relação à 2^a à 5^a horas, representando a otimização de 0,97 caminhão da frota de transporte de grande porte(CAT785). Como conclusão, ressalta-se que o desmembramento do turno, em horas, mostra-nos o quanto ele é heterogêneo. A sua avaliação é um campo fértil de trabalho e o êxito das ações depende de uma mudança cultural, que engloba aspectos técnicos e comportamentais. Em novas oportunidades, esta metodologia pode ajudar a resolver problemas das diversas áreas de produção, reduzindo as perdas horárias mais impactantes.

Palavras-chave: Redução de perdas de produção; Utilização física; Horas improdutivoas internas e externas.

REDUCTION OF PRODUCTIVE LOSS DURING THE LAST OUR OF THE TURN – FÁBRICA NOVA MINE

Abstract

The project aimed the reduction of production loss during the 6th (last) hour of the shift at Fábrica Nova Mine through accompanying of the hauled mass per hour. The development of the project was based on the usage of Six *Sigma* methodologies. Tools were developed and applied to systematic monitoring of production of the shift, divided per hour. Analyzes involved the measurement of the percentage difference of medium hauled mass during the 6th hour, by the medium hauled mass between the 2nd and 5th hours of the shift. The study considered the internal and external unproductive hours, which impact over the utilization of the load and haul equipments, and consequently, over the hauled mass. The identification of the problems which impact the last hour of each shift opened the possibility to an efficient treatment for minimizing the unproductive hours generated and, consequently, the optimization of the assets. During the period (from September/2011 to August/2012), the production loss during the 6th hour was reduced in 50%; falling from the degree of 28% to 14% of loss, in relation to 2nd to 5th hours. What represents an optimization of 0.97 trucks from whole fleet (CAT785). In conclusion, the fragmentation of the shift, in hours, shows us how heterogeneous can it be. The evaluation of this heterogeneity is a fertile ground for improvement works and its success depends on a cultural change which involves technical and behavior aspects. On future opportunities, this methodology can be applied to solve problems from several production areas, reducing the most relevant hour losses.

Key words: Reduction of production loss; utilization; internal and external unproductive hours.

¹ Contribuição técnica ao 68^o Congresso Anual da ABM - Internacional, 30 de julho a 2 de agosto de 2013, Belo Horizonte, MG, Brasil.

² Graduado em Turismo pela UFOP – Graduando em Engenharia de Minas pela Faculdade Adjetivo CETEP – Técnico em Mineração pela ETFOP. Supervisor de Operação de Mina VALE (Mina de Fábrica Nova). Mariana, Minas Gerais, Brasil.

³ Graduando em Administração pela Faculdade COC – Técnico em Mineração pela Escola Adjetivo CETEP. Técnico de Mina e Geologia VALE (Mina de Fábrica Nova). Mariana, Minas Gerais, Brasil.

⁴ Mestrando em Engenharia Mineral pela UFOP, Graduado em Engenharia de Produção pela UNIPAC Barão de Cocais, Técnico em Mineração pela ETFOP. Supervisor de Operação de Mina VALE (Mina de Fábrica Nova), Mariana, Minas Gerias, Brasil.

⁵ Graduando em Administração pela . FAMA – Faculdade de Administração de Mariana, Técnico em Mineração pela Escola Técnica de Mineração de Rio Piracicaba(MG). Supervisor de Operação de Mina VALE (Mina de Fábrica Nova). Mariana, Minas Gerais, Brasil.

1 INTRODUÇÃO

A Mina de Fábrica Nova faz parte do Complexo Mariana (VALE), e situa-se às margens da Rod. MG129, distando aproximadamente 34 km do município de Mariana, MG. A lavra do minério de ferro e estéril é feita via desmonte mecânico (tratores de esteira, escavadeiras) e explosivos, e todo transporte de materiais da mina para a instalação de britagem, depósitos e pilhas é feito por caminhões fora-de-estrada.

Efetivo Operacional – Base 2012



Caminhões
CAT 785 C: 17
Capacidade: 150 t
CAT 789: 6
Capacidade: 190t



Tratores de Esteiras
CAT D11: 1



Carregadeiras CAT 994 D / F: 4
Capacidade: 35 t



Moto niveladoras
CAT 24H: 1
CAT 16 M: 1



KOMATSU PC4000: 2
Capacidade: 42 t



KOMATSU WD600: 1



Tratores de Esteira KOMATSU
D375: 5



Perfuratrizes
Atlas Copco F9 – 1
CAT MD6240 - 1

Movimentação Anual 2012 = 55.000.000 t

Figura 1. Perfil operacional da mina de Fábrica Nova (2012) e quantitativo de equipamentos em operação.

O conceito de Utilização Física (UF) corresponde à parcela em que o equipamento está em operação.

$$U = \frac{HT}{HP - HO}$$

Onde:

HT = total de horas efetivamente trabalhadas;

HP = corresponde às horas calculadas por ano, na base dos turnos previstos, já levando em conta a disponibilidade mecânica e/ou elétrica;

HO = corresponde às horas de reparos na Oficina ou no Campo, incluindo a falta de peças no estoque ou falta de equipamentos auxiliares.

Alguns dos fatores que influenciam na utilização de um equipamento são:

- número de unidade ou porte maior ou menor que o requerido;

- paralisação de outros equipamentos;
- falta de operador;
- deficiência do operador;
- condições climáticas que impeçam a operação dos equipamentos;
- desmontes de rocha na mina; e
- preparação das frentes de lavra.

Quando estes fatores são gerenciáveis pela operação de mina, como por exemplo, a preparação das frentes de lavra, são denominadas horas improdutivas internas e quando não são gerenciáveis, como o mau tempo e falta de energia elétrica, são denominados horas improdutivas externas.

São exemplos de horas improdutivas na operação de mina:

- troca de turno;
- equipamento à disposição;
- aguardando acerto de praça e estrada;
- falta de operador;
- aguardando equipamento de carga;
- inspeção rotineira de operação;
- aguardando operador;
- abastecimento;
- reunião;
- aguardando abastecimento;
- banheiro (WC);
- locomoção longa;
- locomoção curta;
- falta de material detonado;
- limpeza de báscula;
- britador parado;
- falta de equipamento de carga;
- falta de local de básculo;
- mau tempo;
- falta de energia; e
- aguardando detonação.

O sistema de Despacho do Complexo Mariana (Modular Mining System®) é integrado, basicamente, por software simulador (princípios de Pesquisa Operacional aplicada), e a interface se dá através de antenas de GPS instaladas em todos os equipamentos em operação nas minas e rádio de comunicação. Este sistema, além da busca pela otimização dinâmica das operações, também é responsável pela coleta e armazenamento de toda a gama de informações necessárias para controles de produção, indicadores de frotas, manutenção e custos. Um dos pacotes disponíveis neste banco de dados torna possível acesso a informações quanto a massa movimentada por hora, por turma e por turno, bem como as horas improdutivas por hora, premissas essenciais para a realização deste projeto.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Todo o desenvolvimento do projeto se baseou na utilização da metodologia Seis Sigma, que em suma caracteriza-se por conceitos, pacotes de ferramentas estatísticas e de análises visando a redução de variabilidade no processo estudado. Se a variabilidade é reduzida em torno de valores considerados ótimos, ocorrerá a otimização progressiva do processo e a redução das ineficiências como falhas, erros, desperdícios, retrabalhos. Todo o trabalho foi acompanhado por consultoria do INDG – Instituto de Desenvolvimento

Gerencial S.A, sendo aplicado o fluxo DMAIC(Define, Measure, Analyse, Improve, Control).

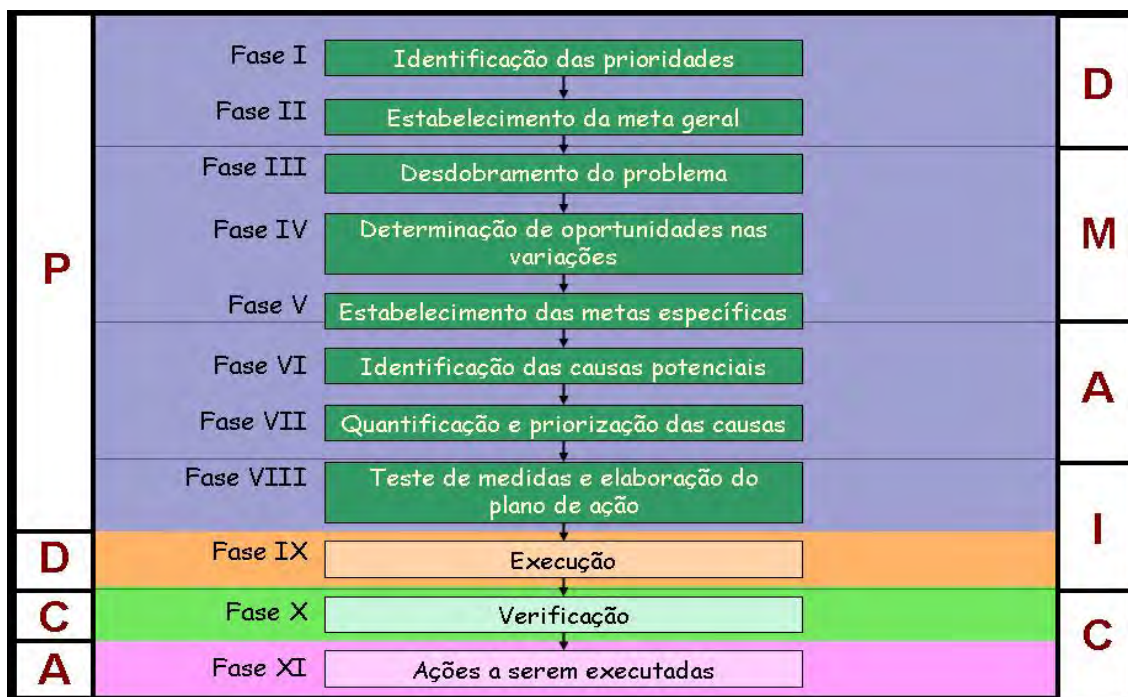


Figura 2. Fases metodológicas.

Através do Banco de Dados do Despacho Modular Mining System® foi possível realizar o levantamento das massas movimentadas por hora e das horas improdutivas que impactavam diretamente o processo.

A prioridade estabelecida foi reduzir as perdas de produção na última(6^a hora) do turno.

A mina de Fábrica Nova opera em sistema de turnos ininterruptos de 6 horas denominado 4 x 1. São cinco equipes denominadas A, B, C, D e E que trabalham em sistema de revezamento. São 04 horários, nesta seqüência:

1º dia: 19:00h à 01:00h (Noite)

2º dia: 13:00h às 19:00h (Tarde)

3º dia: 07:00h às 13:00h (Dia)

4º dia: 01:00h às 07:00h (Madrugada)

5º dia: Folga

Deste modo a última hora dos turnos é:

1º dia: 00:00h à 01:00h

2º dia: 18:00h às 19:00h

3º dia: 12:00h às 13:00h

4º dia: 06:00h às 07:00h

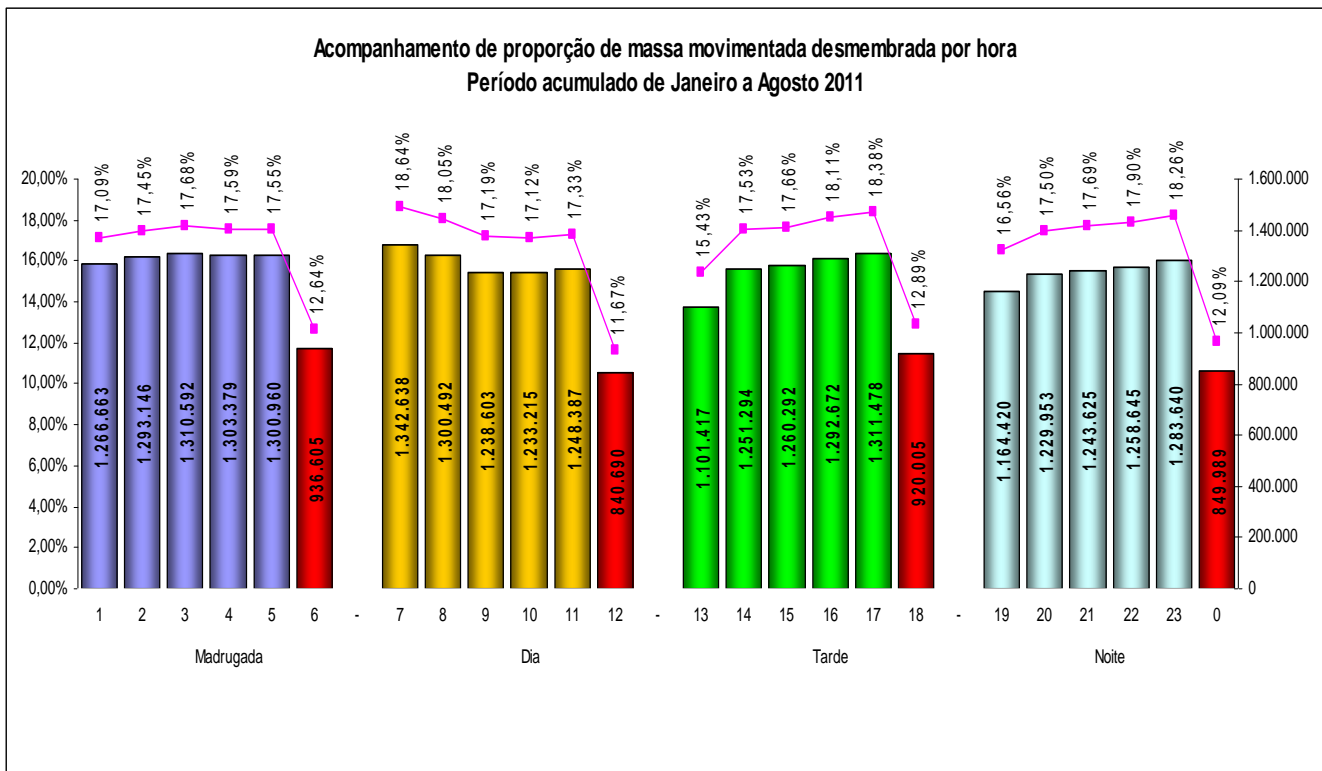


Figura 3. Acompanhamento de proporção da massa movimentada desmembrada por hora – Jan à Ago 2011

Observa-se, através da Figura 3, que a massa movimentada na última hora é a menor em comparação com as demais.

Para o estabelecimento da Meta Geral do projeto considerou-se a diferença percentual entre a massa média da 6ª hora em relação à massa média da 2ª a 5ª hora. A 1ª hora foi expurgada do cálculo devido ser a 2ª menor média entre as 6 horas.

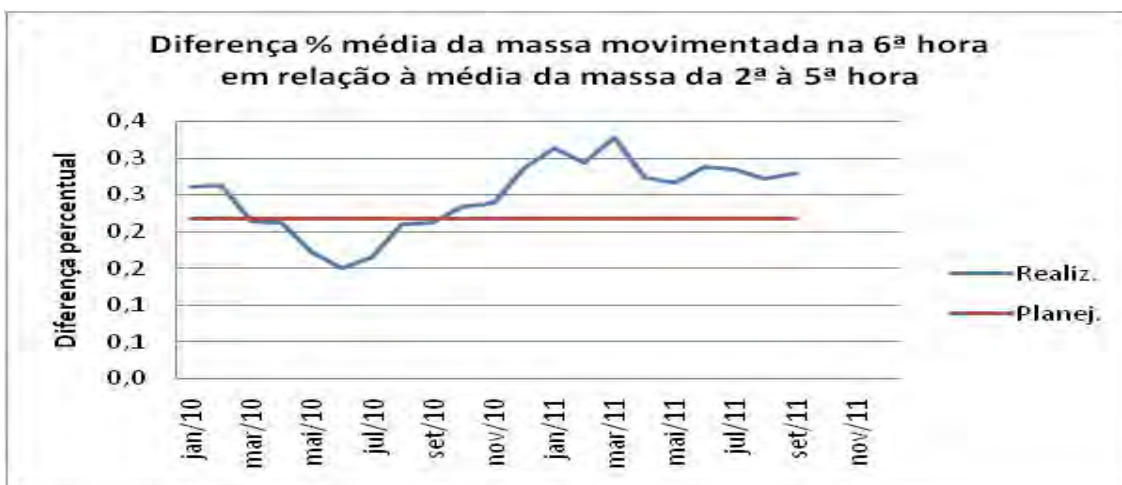


Figura 4: Diferença percentual da média da massa da 6ª hora em relação à média da massa da 2ª à 5ª horas.

A Meta Geral estabelecida foi a redução da perda produtiva na 6ª hora do turno da Mina de Fábrica Nova, saindo de 0,277(28%) para 0,220(22%) até junho de 2012.

Para melhor entendimento realizou-se o desdobramento do problema através da análise das principais horas improdutivas impactantes na movimentação da 6ª hora do turno, conforme ilustra a Figura 5.

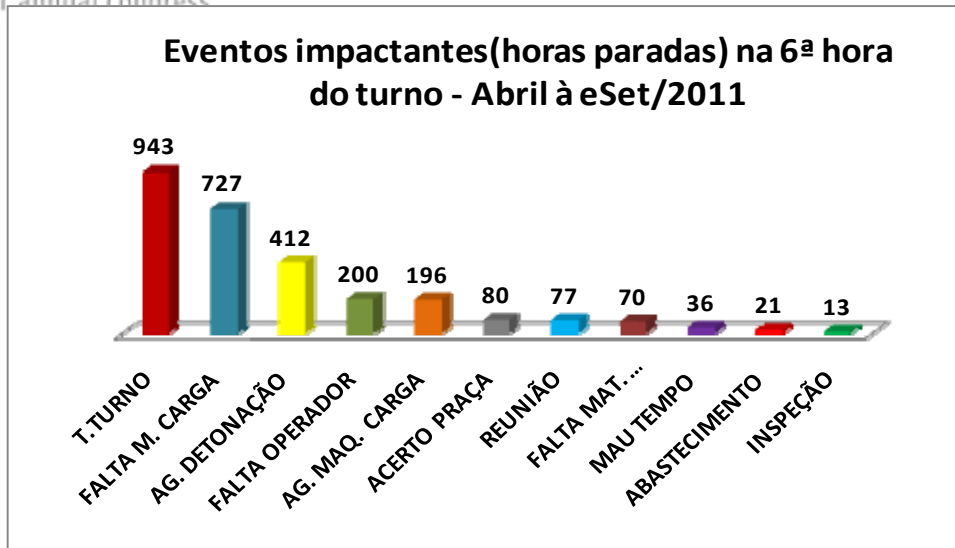


Figura 5 – Eventos impactantes na 6ª hora – Abril a Set/2011.

Os principais focos identificados, totalizando 2558 horas improdutivas foram:

- troca de turno;
- falta de máquina de carga;
- aguardando detonação;
- falta de operador;
- aguardando máquina de carga; e
- aguardando acerto de praça.

Observou-se também que existem diferenças entre equipes e entre turnos, conforme ilustrado abaixo.

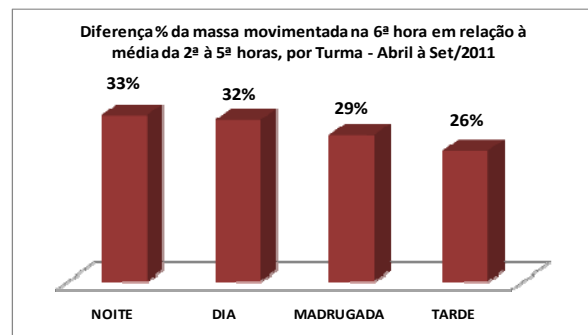
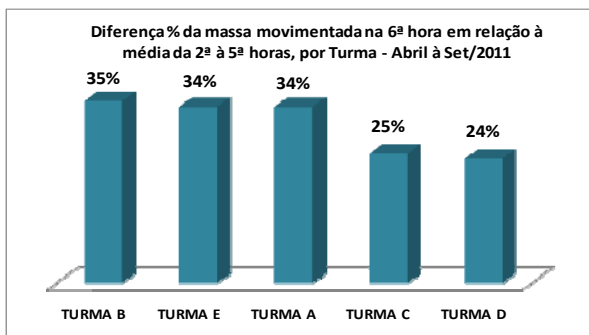


Figura 6 – Diferença % entre as Turmas e entre os Turnos.

Comparando os resultados entre as turmas observa-se que a turma B é a que apresenta o pior resultado e a turma D o melhor resultado.

Comparando os resultados entre os turnos observa-se que o turno da noite (19:00h à 01:00h) é o que apresenta o pior resultado, seguido do turno do dia (07:00h às 13:00h) quando ocorrem as detonações.

Procedeu-se, então, à determinação das oportunidades nas variações, onde avaliou-se a variabilidade do fenômeno que gera cada problema crítico. No caso da Troca de Turno, que é o principal foco identificado, observa-se a seguinte análise realizada através da ferramenta Green Via Excel®:

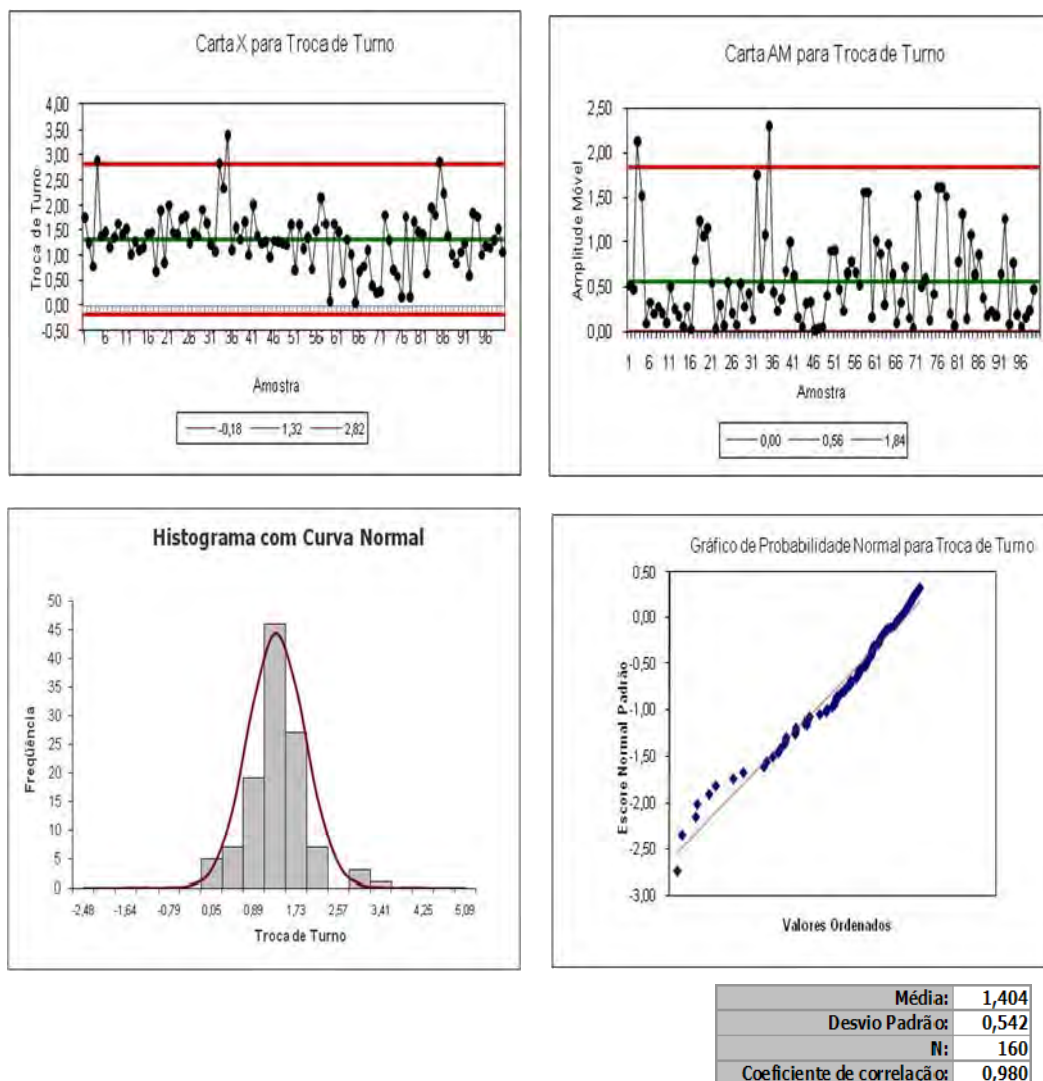


Figura 7 – Cartas de controle X e AM, histograma e teste de normalidade para o foco Troca de Turno.

As oportunidades Identificadas foram:

- redução da ocorrência de causas especiais;
- redução do tempo médio de troca de turno; e
- redução da variação entre os tempos devido a causas comuns.

Realizadas as análises de oportunidades nas variações dos principais focos, procedeu-se o estabelecimento das metas específicas. Num primeiro momento foram priorizados os problemas críticos através do Índice de Prioridade = Índice de Criticidade + Índice de Facilidade + Índice de Autoridade (P= C + F + A). O quadro abaixo ilustra este critério:

Problemas Críticos	Criticidade	Facilidade	Autoridade	Prioridade	Priorização
Troca de Turno	5	5	5	15	1º
Aguardando Detonação	5	3	2	10	2º
Aguardando Acerto de Praça	1	4	5	10	3º
Aguardando Equipamento de Carga	2	1	5	8	4º
Falta de Máquina de Carga	5	1	1	7	5º
Falta de Operador	4	1	1	6	6º

Figura 8 – Índice de Prioridade.

Os problemas de Falta de Máquina de Carga (MTBF) e Falta de Operador receberam notas baixas em facilidade e autoridade e conseqüentemente tem baixa prioridade.

Deste modo as metas específicas estabelecidas foram:

- reduzir em 11% (7,6h) as horas de parada devido Aguardando Detonação, saindo da média mensal de 68,7h para 61,1h até junho de 2012;
- reduzir em 11% (17,8h) as horas de parada devido a Troca de Turno, saindo da média mensal de 157,2h para 139,9h até junho de 2012;
- reduzir em 11% (3,4h) as horas de parada devido Aguardando Equipamento de Carga, saindo da média mensal de 31,0h para 27,6h até junho de 2012; e
- reduzir em 11% (1,5h) as horas de parada devido Aguardando Acerto de Praça, saindo da média mensal de 13,3h para 11,8h até junho de 2012.

Eventos	Tempo de Parada(Abril à Set/11)	Média Mensal	Meta Específica	Valor a Reduzir	Valor a Alcançar	Total a Reduzir	% Total a Reduzir
Troca de Turno	943h	157,2h	11%	17,3h	139,9h	29,71h	6,30%
Aguardando Acerto de Praça	79,76h	13,3h	11%	1,5h	11,8h		
Aguardando Equipamento de Carga	185,89h	31,0h	11%	3,4h	27,6h		
Aguardando Detonação	412,12h	68,7h	11%	7,6h	61,1h		

Figura 9 - Estabelecimento das metas específicas.

Uma vez estabelecidas as metas específicas procedeu-se a identificação das causas potenciais dos problemas. Através da realização de brainstormings e FTA'S obtém-se as causas potenciais para os problemas:

- Elevado tempo de troca de turno

Causas potenciais:

- somente um ponto de distribuição de lanche;
- obstrução da visão da tela de escala pela proteção/porta da mesma;
- falta de atenção dos operadores na escala;
- demora na realização do dss;
- planejamento de troca de turno inadequado;
- numero insuficiente de carros de apoio para a troca de turno.

- Elevado tempo aguardando acerto de praça

Causas potenciais:

- demora para acertar praça de carga devido planejamento inadequado da parada; e
- demora para recebimento de material de forro(para melhorar a capacidade de suporte do piso da praça de carga) devido a falta de atenção e a falta de priorização.

- Elevado tempo aguardando Detonação

Causas potenciais:

- falta de cultura para planejamento do cerco de fogo, apesar de existir um Kaizen de cerco de fogo em andamento; e
- elevado tempo para realização do cerco de fogo.

- Elevado tempo de caminhões aguardando máquina de carga

Causas potenciais:

- falta de cultura de preparação das frentes de lavra; e
- falta de rotina de comunicação entre britagem e operação de mina, para comunicar paradas do britador primário.

Uma vez identificadas as causas potenciais dos problemas elaborou-se um plano de ação para mitigação dos impactos. Foram, então, tomadas ações pontuais através de campanhas de conscientização, mudanças em procedimentos operacionais, alterações e incrementos em estruturas de apoio, treinamentos, mudanças de layouts e o incentivo à conscientização da necessidade de uma mudança cultural.

Quadro 1: Trecho do plano de ação do projeto de redução de perdas produtivas na última hora do turno.

Elevado Tempo de Troca de Turno						
Fator Causal	O que	Quem	Como	Onde	Por que	Quando
Somente um ponto de distribuição de lanche.	Criar novo local para coleta de lanche, exclusivo para GAOMS, para eliminar filas	ASP	Enviando lanche separado dos operadores das demais áreas	Restaurante	Para diminuir o tempo para coleta do lanche pelos operadores	31/5/2012
		DQA	Preparando local para distribuição exclusiva de lanche para GAOMS	Portaria da Mina de Fábrica Nova		
Obstrução da visão da tela de escala pela porta da mesma.	Retirar tela de vidro da tela de apresentação escala de troca de turno	TNV	Solicitado empresa prestadora de serviço para retirar porta de vidro	Portaria da Mina de Fábrica Nova	Para facilitar a visão pelos operadores agilizando a troca de turno	31/5/2012
Supervisor Demora a Começar o DSS.	Delegar ao técnico concluir a escala de troca de turno	TNV	Orientando técnico para concluir escala de troca de turno	Portaria da Mina de Fábrica Nova	Para não aumentar o tempo de troca de turno	31/5/2012
Planejamento de troca de turno inadequado.	Melhorar plano de parada da operação para troca de turno	TNV	Envolvendo mais pessoas para planejar a escala de troca de turno	Mina de Fábrica Nova.	Para que operadores saibam o local de paralisação não gerando dúvidas e consequentemente atrasos	31/5/2012
Número insuficiente de carros de apoio.	Aumentar mais um carro de apoio para atender a troca de turno.	TNV	Adicionando mais um veículo no contrato vigente com a prestadora de serviço.	Gestão de contratos	Para reduzir o ponto de parada para os veículos de apoio na troca de turno	31/5/2012

3 RESULTADOS

- Maior foco na última hora do turno com consequente melhora nos padrões de segurança da operação, como por exemplo a criação de baias dinâmicas de estacionamento para caminhões e o aumento do número de veículo, com consequente diminuição do número de rotas por veículo de troca de turno.
- Redução de 50% das perdas de produção na última hora do turno, saindo do patamar de 28% para 14% de perdas, com a otimização de 0,97 CAT 785.
- Ganho de R\$974.088,42, calculado através da otimização da frota de grande porte, validado pela gestão econômica.
- Maior envolvimento do quadro técnico e operacional nos índices de desempenho e na gestão das horas improdutivoas.
- Melhoría no padrão de preparação de frentes de lavra.

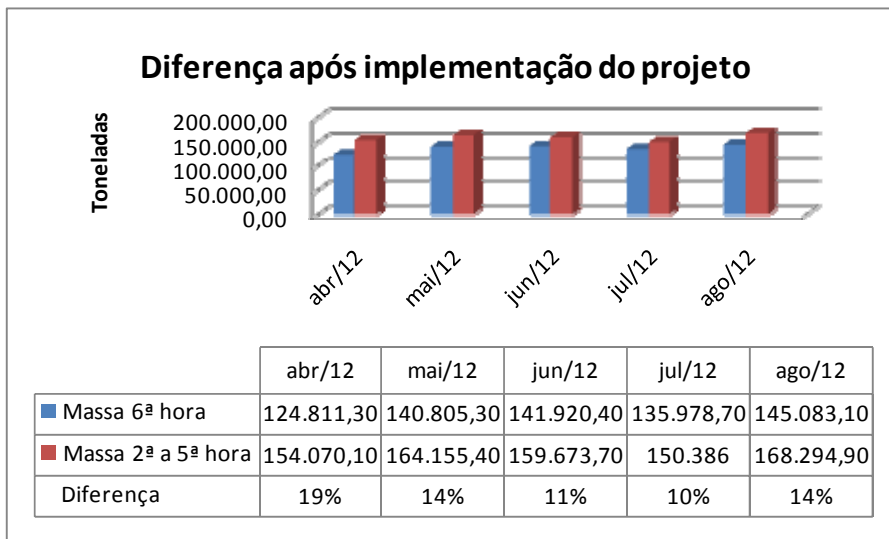


Figura 10: Diferença após implementação do projeto.

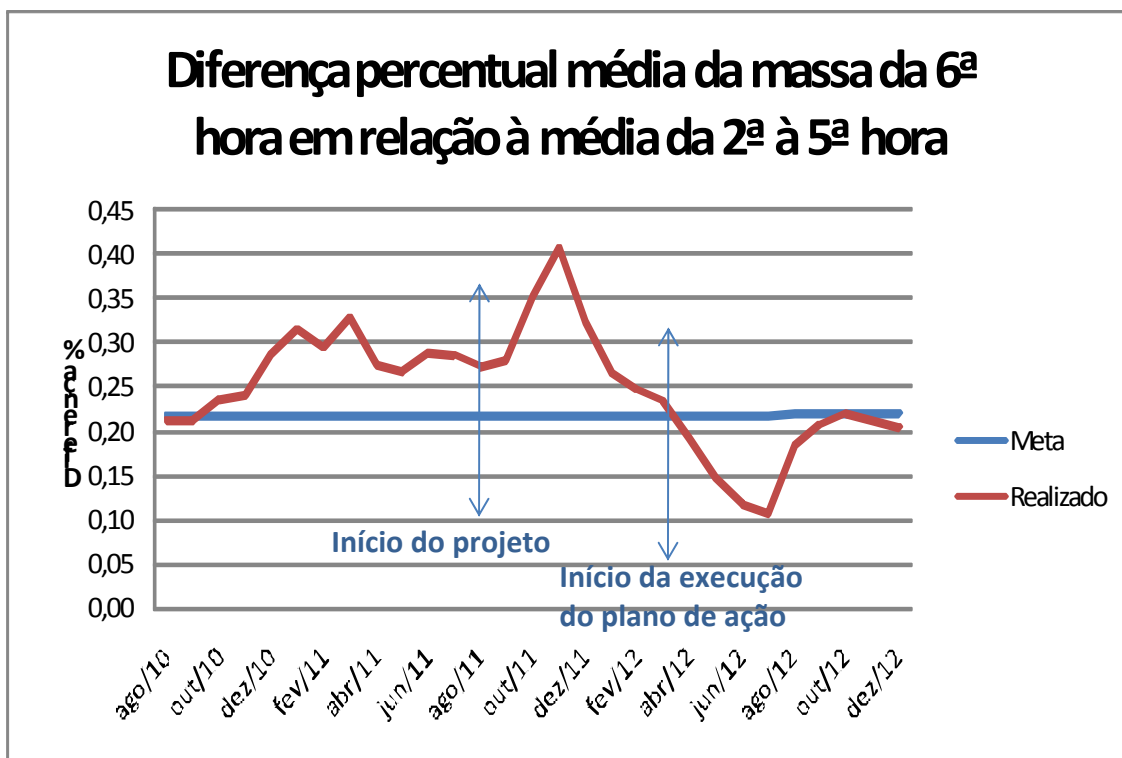


Figura 11 – Gráfico da Meta Geral, demonstrando o alcance da meta estabelecida.

4 DISCUSSÃO

As horas improdutivas são inerentes aos processos de Carga e Transporte na Operação de Mina. Não há como eliminá-las por completo, porém é possível minimizá-las. Por um processo natural, a última hora do turno tende a acumular um grande número de horas improdutivas, principalmente pelo processo de Troca de Turno. Podemos observar, através da figura 6, que o turno da Noite(19:00h à 01:00h) é o que possui a maior percentual de perda na última hora, o que coincide com afirmações feitas pelos operadores, durante as campanhas de divulgação do projeto, de que é o horário mais cansativo. Em seguida está o turno do Dia(07:00h às 13:00h), com grande acúmulo de horas improdutivas devido a paradas para detonação. Estas perdas não se justificam, em função de existirem variáveis no

processo que permitem reduzir o tempo de parada para detonação, como a operação de carga e transporte realizada em áreas distantes do cerco de fogo, isoladas e seguras. Na mesma figura 6 observamos que existem diferenças entre as turmas, ou seja, dentro da mesma mina existem equipes com resultados muito desiguais, o que demonstra a diferença de padrões existentes. Analisar o turno desmembrado em horas e criar uma rotina de ações operacionais que garanta um resultado mais homogêneo é o ideal, porém o turno realmente é heterogêneo e neste momento a intenção é a redução desta heterogeneidade. Observa-se, através da figura 3, que o pico de movimentação de massa está entre a 2^a e 5^a horas e seu declínio na primeira e última horas, analogamente a um veículo em uma pista, que parte do repouso(1^a hora), acelera(2^a a 5^a hora) e desacelera(6^a hora) para então parar e mudar de piloto(outra equipe). Tal processo parece natural, mas na verdade ocorrem falhas, conforme evidenciado na figura 7, através da análise dos histogramas, das cartas de controle e dos gráficos de probabilidade, que comprovam que existem causas especiais e grande variação de tempos entre os mesmos eventos. Para o sucesso do projeto foi essencial o entendimento e envolvimento das equipes técnicas e principalmente dos operadores de mina. Foram realizadas uma gama de ações, como por exemplo reduzir o tempo de troca de turno através da ação dos operadores. Foram realizadas campanhas de conscientização e reuniões onde os supervisores e técnicos de mina nivelaram os operadores quanto ao projeto e suas tratativas para implementação do plano de ação. Este, foi afixado em forma de banners, em locais estratégicos nos quadros de Gestão à Vista Percebe-se, através de declarações dos operadores durante as campanhas e reuniões, que em muitos casos o problema era cultural, onde era considerado normal “diminuir o ritmo” na última hora do turno.

O conhecimento dos problemas que impactavam a produção na última hora do turno, possibilitou uma tratativa eficaz para minimizar a geração de horas improdutivas e conseqüentemente otimizar a utilização dos ativos.

5 CONCLUSÃO

A redução das horas improdutivas mais impactantes na última hora do turno, resultou na otimização da utilização dos ativos. Os equipamentos que outrora estavam parados em horas improdutivas, passaram a produzir mais, dentro das suas possibilidades reais, aliados aos valores de saúde e segurança e sempre de forma correta.

A análise do turno, desmembrado em horas, é bastante abrangente e não se esgota aqui, demonstrando ser um campo fértil de trabalho.

Sabe-se que a formação de uma cultura é um processo complexo. Este é o pontapé inicial para uma mudança cultural que engloba questões como a preparação de frentes de lavra, a continuidade dos serviços, a uniformidade das ações e a passagem de turno de forma correta, garantindo a segurança e a produção das equipes que saem e das que chegam.

Em novas oportunidades esta metodologia pode ajudar a resolver os problemas de perda de produção horária das diversas áreas de produção.

Agradecimentos

Às equipe de operação de mina de Fábrica Nova (operadores, supervisores de operação e infra-estrutura, técnicos, instrutores). Às equipes de operação de

britagem e usina. Às equipes de perfuração e desmonte de rochas. Ao Alberto e Marcelo Loli pelo apoio na criação das ferramentas. Ao Carlos Starling e Rafael Cunha(INDG) que nos apoiaram efetivamente na condução do projeto. Ao Jaime Eleutério pelos ótimos conselhos e à Danielle Cavallcante que sempre nos apoiou. Agradecimento especial aos grandes incentivadores deste projeto Thiago Valadares e Rodrigo Lisboa e ao Gerente Geral do Complexo Mariana, Rodrigo Melo, pelo incentivo e apoio.