

ANÁLISE DA MUDANÇA DE TURNO DE OPERAÇÃO EM UMA MINA A CÉU ABERTO - ESTUDO DE CASO

Data de aceite: 02/05/2024

Bárbara Cardoso Avelar

Departamento de Engenharia de Minas
da Universidade Federal de Minas Gerais
– Brasil

Renan Collantes Candia

Departamento de Engenharia de Minas
da Universidade Federal de Minas Gerais
– Brasil

RESUMO: O regime de turnos impacta diretamente a performance da Operação de uma Mina, visto que tem influência direta na Utilização Física (UF) dos equipamentos. Além disso, há fatores de risco para saúde e segurança dos trabalhadores associados ao sistema de turno utilizado, como: alteração dos ritmos biológicos, efeitos na qualidade da vida familiar e social, efeitos a nível psicológico e influência na taxa de acidentes nas operações de mineração. O presente trabalho buscou analisar a mudança de turno da Operação de Mina de um empreendimento a céu aberto, de forma a comparar o turno de 6 horas e o turno de 11 horas, no que diz respeito a: utilização física das frotas de transporte, quantidade de folgas e dias de trabalho dos operadores, infraestrutura dedicada à **equipe** operacional, ferramentas de segurança disponíveis, tipo de turno (fixo e alternado), e tempo operando (contínuo e

total). Os resultados indicaram ganho teórico (sem influências externas) de 5% na UF com o turno de 11 horas em relação ao turno de 6 horas. Também foi realizada comparação entre os regimes de forma prática, e os resultados indicaram aumento de em média 3,7% na UF no período em que o turno de 11 horas estava vigente em relação ao período em que o turno de 6 horas estava vigente. Importante mencionar que fatores externos como a adição de 5 caminhões no primeiro semestre de 2023, seguido pelo atraso na mobilização de operadores de transporte, dificultaram a análise. Desta forma, se fez necessário analisar as razões de UF influenciadas pela mudança de regime de turno individualmente, como troca de turno, palestra operador, refeição e lanche, pausa ergonômica e troca de operador. Por fim, segundo pesquisa realizada com 87% do público de operadores, 87% se mostraram satisfeitos com o novo turno, enquanto 8% indiferentes a mudança, e 5% insatisfeitos com a mudança. Além disso, os operadores que responderam à pesquisa indicaram o fato de terem mais tempo com a família e amigos o maior ganho com implantação do turno de 11 h.

PALAVRAS-CHAVE: mineração a céu aberto; Operação de Mina; Carregamento e transporte; Performance; Regimes de turnos; Utilização física.

ABSTRACT: The shift regime directly impacts the performance of the Mine Operations because it has a direct influence on the physical use of equipment. Furthermore, there are risk factors for the health and safety of workers associated with the chosen system, such as: alteration of biological rhythms, effects on the family and social quality of life, psychological effects, and influence on the accident rate in mining operations. The present work seeks to analyze the change in the duration of the Mine Operation shift in an open-pit mine, in order to compare the 6-hour shift and 11-hour shift, with regard to: physical use of transport fleets, number of days off and working days for operators, infrastructure dedicated to the operational team, available safety tools, type of shift (fixed and alternate), and operational time (continuous and total). The results indicate a theoretical gain (without external influences) of 5% in the physical use of equipment with the 11-hour shift compared to the 6-hour shift. A practical comparison between the regimes was also carried out, and the results indicated an increase of an average of 3.7% in the physical use of equipment while the 11-hour shift was applied compared to the period that the 6-hour shift was applied. It is important to mention that external factors such as the addition of 5 trucks in the first half of 2023, followed by the delay in mobilizing transport operators, made the analysis difficult. Therefore, it was necessary to analyze the physical use of equipment reasons influenced by the change in shift regime singly, such as shift change, operator lecture, meal and snack, ergonomic break and operator change. Finally, according to a survey carried out with 87% of the operator public, 87% were satisfied with the new shift, while 8% were indifferent to the change, and 5% were dissatisfied with the change. Furthermore, the operators who responded to the survey indicated that having more time with family and friends was the biggest gain from implementing the 11 am shift.

KEYWORDS: Open pit mine; Mining operations; Load and truck fleets; Performance; Shifts; Physical use of equipment.

INTRODUÇÃO

A mineração está presente no Brasil desde a sua colonização, e desde então é uma atividade indispensável ao desenvolvimento socioeconômico do país por ser essencial para a vida moderna, pois através dela é possível obter bens que são indispensáveis ao nosso cotidiano, como automóveis, eletrodomésticos, celulares, computadores, entre outros.

Com o cenário atual cada vez mais competitivo, torna-se fundamental analisar todas as oportunidades operacionais de forma a identificar melhorias continuamente, com o objetivo de aumentar valor da cadeia produtiva em um empreendimento mineiro, garantindo a sobrevivência e longevidade das suas operações.

Além disso, a busca por manter as condições adequadas de trabalho dos operadores também é fundamental, visto que o sucesso das operações minerais deve estar fundamentado no respeito às pessoas e ao meio ambiente, e comprometido, sobretudo, com o progresso do país; tornando-a assim realmente sustentável.

Dessa forma, o turno ideal para cada modelo de negócio deve ser escolhido cuidadosamente, visto que influencia diretamente os indicadores de performance da mina, e há fatores de risco para saúde e segurança dos trabalhadores associados ao sistema

escolhido, como: alteração dos ritmos biológicos, distúrbios do sono, mudanças nos hábitos alimentares, efeitos na qualidade da vida familiar e social, efeitos a nível psicológico e influência na taxa de acidentes nas operações de mineração [1].

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Indicadores de Desempenho

O termo indicadores de desempenho vem do inglês *Key Performance Indicator* (indicador chave de desempenho), e são utilizados para medir o desempenho das atividades, processos e sistemas. Além disso, através deles é possível realizar o acompanhamento sistemático de metas estabelecidas [12].

O aumento do desempenho nos processos da cadeia de valor mineral, têm o potencial de produzir grandes benefícios para as empresas, para os governos e, principalmente, para as comunidades, pois podem gerar economias, ganhos de produtividade e de capital, aumento de arrecadação e redução de emissões ao meio ambiente [13].

Para possibilitar o controle de uma organização, é necessário que os indicadores estejam a serviço de seus objetivos, de forma a medir o desempenho, por isso devem ser apresentados através de dados absolutos, dados relativos, tabelas e gráficos para apoiar, orientar, propor, ordenar, diagnosticar, corrigir e melhorar o item avaliado, de forma a alcançar os objetivos estabelecidos pelas empresas [14] [15].

A Operação de Mina é influenciada e medida por diversos indicadores desempenho, pode-se citar como principais: Disponibilidade Física (DF), Utilização Física (UF), Rendimento Operacional (RO), e Produtividade (PROD) de caminhões.

A DF é definida da seguinte forma:

DF % (Disponibilidade Física) = Representa a diferença entre o tempo total disponível de trabalho do equipamento e o tempo de paradas programadas pela manutenção.

O cálculo da DF é realizado da seguinte forma:

$$DF (\%) = (HC - HM) / HC \times 100; (1)$$

Onde HC (Hora Calendário), corresponde às horas calculadas por mês na base dos turnos previstos, e HM (Horas Manutenção) corresponde às horas de manutenção na Oficina e em Campo.

A UF é definida da seguinte forma:

UF % (Utilização Física) = Tempo em que o equipamento esteve disponível e foi utilizado.

A UF é calculada pela seguinte fórmula:

$$UF (\%) = HT / (HC - HM) \times 100; (2)$$

Onde HC e HM são definidos conforme citado anteriormente, e HT (Horas Trabalhadas) é o total de horas efetivamente trabalhadas [17].

Por sua vez, o RO é definido da seguinte forma:

RO % (Rendimento Operacional) = Considera a disponibilidade física e utilização de um equipamento.

O RO é definido pela seguinte fórmula:

$$RO (\%) = DF \times UF; (3)$$

ambos já definidos anteriormente.

Por fim, a produtividade é definida da seguinte forma:

PROD t/h (Produtividade)= Relação direta entre a quantidade produzida de determinado produto e/ou serviço, dividida por algum recurso necessário (por exemplo: tempo em horas) para sua confecção/processo [16].

A Produtividade de caminhões pode ser calculada pela seguinte fórmula:

$$PROD (t/h) = \text{Carga Média (t)} / (\text{Tempos Fixos (h)} + ((2 \times \text{DMT (km)}) / (\text{Velocidade Média (km/h)})) [25]; (4)$$

Onde:

- Carga Média é o peso médio do material carregado por caminhão;
- Tempos Fixos é a soma do tempo de fila para carregamento, manobra para carregamento, carregamento, fila para basculamento, manobra para basculamento e basculamento;
- DMT é a distância média de transporte, que representa o percurso médio percorrido pelo equipamento;
- Velocidade média é a relação entre distância percorrida e tempo gasto.

Utilização Física (UF)

Alguns dos fatores que influenciam a utilização física de um equipamento são [18]:

- número de unidade de equipamentos diferente do planejado/orçado;
- falta / aguardando operadores;
- falta de treinamento / preparação dos operadores;
- condições climáticas que paralise as operações dos equipamentos;
- paralisação das atividades da operação por consequência do desmontes de rocha na mina ou por falta de material desmontado;

- preparação das frentes de lavra, de forma a parar os equipamentos de mina por não terem outra opção de frente de lavra para operar;
- troca de turno;
- refeição / lanche de operadores;
- equipamento parados à disposição (devido a DF acima do programa, por exemplo);
- aguardando atividades de infraestrutura, como acerto de praça;
- aguardando / falta de equipamento de carga;
- abastecimento;
- parada pessoal / ergonômica,
- locomoção;
- limpeza de báscula;
- britador parado;
- falta de local de básculo;
- falta de energia.

Os fatores citados acima são divididos em horas improdutivas externas, quando não gerenciáveis pela operação de mina, como por exemplo o mau tempo; e horas improdutivas internas, quando gerenciáveis pela operação de mina, como por exemplo a troca de turno.

A troca de turno é o tempo necessário para que os operadores da equipe que irá iniciar a jornada de trabalho façam a reunião diária de segurança e realizem o traslado do escritório principal até o equipamento que irão operar na mina.

Por sua vez, os operadores da equipe que está finalizando a jornada de trabalho realizem o traslado da mina até o escritório principal, para em seguida serem direcionados para aproveitar o período de folga.

O objetivo principal da reunião de segurança é comentar sobre ocorrências de segurança e seus aprendizados, de forma a retirar dúvidas, compartilhar pensamentos e experiências que reduzem os riscos inerentes a cada atividade e, conseqüentemente, agreguem valor ao trabalho a ser realizado. A fim de complementar a reunião e manter operadores informados da situação atual da empresa e área de atuação, outros tópicos importantes são abordados, como: custos, meio ambiente e produtividade.

Após a chegada dos operadores nos equipamentos de mina, é realizado *checklist* do equipamento que se pretende operar. O Anexo 01 ilustra *checklist* do CAT785, que visa conferir se todos os itens do equipamento estão em condições suficientes para operação segura ser iniciada, como suspensões, tanque de óleo e freios. Caso algum item impeditivo não esteja dentro do padrão pré-definido, o equipamento é direcionado para manutenção, para ser realizado e devida correção.

TURNOS DE TRABALHO

A indústria mineral possui diferentes tipos de turnos de trabalho. É possível encontrar variações no número de horas trabalhadas por dia, no número de dias trabalhados por semana e nos modelos de folgas.

No Chile, por exemplo, é possível encontrar esquemas contínuos de 8 e 12 horas de trabalho por dia, com turnos 4x3, 4x4, 5x2, 6x2, 7x7, 8x8, 9x3 e 9x5. Sendo que, o primeiro número representa o número de dias de trabalho, e o segundo número representa o número de dias de folga. Para resguardar a saúde e qualidade de vida do operador durante esses tipos de turnos, entende-se que é necessário realizar a avaliação de riscos continuamente, de forma a gerenciar planos e programas eficazes de saúde e segurança ocupacional da organização [1].

Os sistemas mais comuns utilizados nas indústrias Chilenas são 4x4, 4x3, 5x2 ou outros com 6 dias semanais. Nessa indústria, é mais comum que o regime de turno seja orientado para a otimização das variáveis produtivas, ao invés da incorporação de recomendações da Ergonomia no seu desenho [19].

Já no Brasil, os turnos mais comuns são de 6, 8 e 11 horas contínuas, com esquemas 7x3, 7x2, 7x1, 4x4, 3x3 e 2x2. Os três principais tipos de turnos utilizados são: turnos fixos, que possuem horários fixos de trabalho, sejam diurnos ou noturnos; turno alternante, em que cada pessoa trabalha em vários turnos, modificando seus horários mediante uma escala pré-determinada; e turno irregular, que possui horários de início e fim de jornada variável, sem obedecer a um esquema pré-determinado [20].

Outra definição importante em relação aos tipos de turno é o ciclo de rotação, ou seja, o intervalo de tempo entre duas designações de um trabalhador para o mesmo turno. O ciclo de rotação pode ser por rodízio ou alternância lenta, rodízio ou alternância rápida, rodízio direto e rodízio inverso. Segue definições:

- Rodízio ou alternância lenta: possuem mudanças de horários nas escalas de trabalho a cada semana, quinzena ou mês;
- Rodízio ou alternância rápida: possuem mudanças de horários nas escalas a cada um, dois ou três dias;
- Rodízio direto: modificação de horário na escala de trabalho segundo os ponteiros do relógio. Seguindo-se a sequência: matutino, vespertino, noturno. Os horários de entrada e saída no trabalho se atrasam em relação ao turno anterior;
- Rodízio Inverso: modificação de horário na escala de trabalho segundo o sentido inverso dos ponteiros do relógio. Sequência: noturno, vespertino, matutino. Quanto aos horários de entrada e saída no trabalho, existe uma antecipação, comparado ao turno anterior [21].

O foco do presente trabalho são os turnos de 6 e 11 horas de trabalho. Sendo que no turno de 6 horas há 4 turnos operando por dia, e 5 turmas de trabalho. Já no turno de 11 horas há 2 turnos operando por dia, e 4 turmas de trabalho.

ESTUDO DE CASO

A mina de minério de ferro do presente trabalho está localizada no quadrilátero ferrífero, região rica em formações ferríferas e jazidas de minério de ferro, contidas em uma área que se assemelha a forma de um quadrado, conforme mapa da imagem 4.1 abaixo.

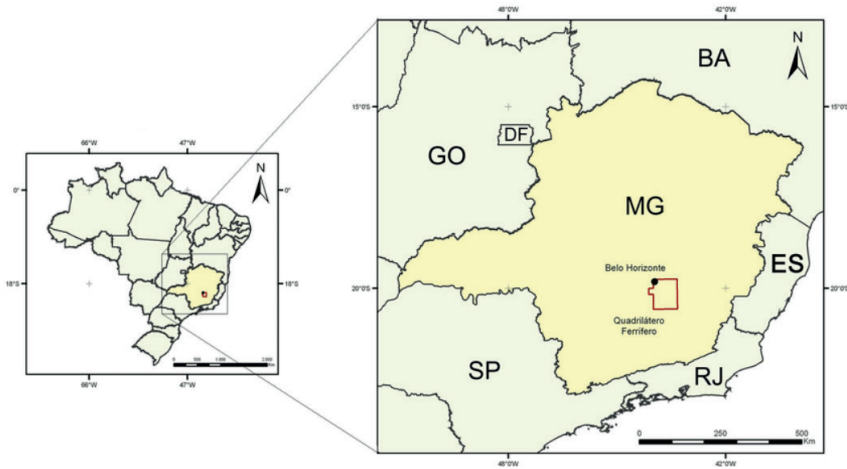


Figura 4.1 - Localização do Quadrilátero Ferrífero no mapa do Brasil e de Minas Gerais [22].

A lavra do minério de ferro e estéril da mina à céu aberto é feita via desmonte mecânico, cujo objetivo é disponibilizar o material das frentes de lavra da mina para o carregamento. Portanto, é realizado conforme sequenciamento pré-determinado nos planos de lavra.

Esse tipo de desmonte é realizado por meio da presença de agentes mecânicos (como pressão, atrito, vibração e choque), e limitado a remoção do solo vegetal, cobertura de rochas macias e de dureza intermediária, principalmente se bastante intemperizadas [23]. O ponto negativo desse tipo de desmonte é o desgaste prematuro das ferramentas de penetração no solo durante a operação das máquinas, assim como a baixa produtividade da operação.

O desmonte mecânico na mina é realizado com tratores de esteira, rompedores e máquinas de carga de grande porte, como a escavadeira PC2000. A Figura 4.2 abaixo ilustra o desmonte sendo realizado por escavadeira a cabos de forma mecânica.



Figura 4.2 - Desmorte realizado por escavadeira hidráulica de forma mecânica.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

O transporte de materiais da mina para a instalação de britagem, depósitos e pilhas é feito por caminhões fora-de-estrada (CAT785 e CAT775), e a movimentação de concentrados de minério de ferro é realizada por caminhões basculantes de pequeno porte (8x4). É necessário reduzir o porte dos caminhões para realização das movimentações de produto pois há restrições geométricas nessas rotas, consequente das grandes estruturas presentes na usina de beneficiamento de minério.

As características dos depósitos da mina conduzem à aplicação do método de lavra em cava para o aproveitamento ótimo das reservas. A figura 4.3 apresenta de forma ilustrativa o método de lavra da mina do presente trabalho.

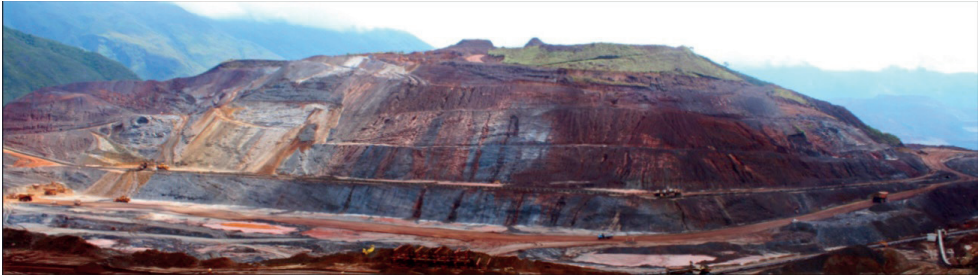


Figura 4.3 - Foto Panorâmica de uma mina do quadrilátero ferrífero [24].

No fluxograma da figura 4.4 abaixo é possível observar os equipamentos utilizados em cada uma das movimentações realizadas pelas operações de carregamento e transporte de estéril, minério e produto.

O minério é proveniente da lavra de mina (ROM) e estoques de minério. Os estoques são usados de forma estratégica, como por exemplo durante o período chuvoso, momento em que a lavra do ROM se torna mais complexa, consequente da dificuldade de manter as estradas em condições de trafegabilidade a todo momento.

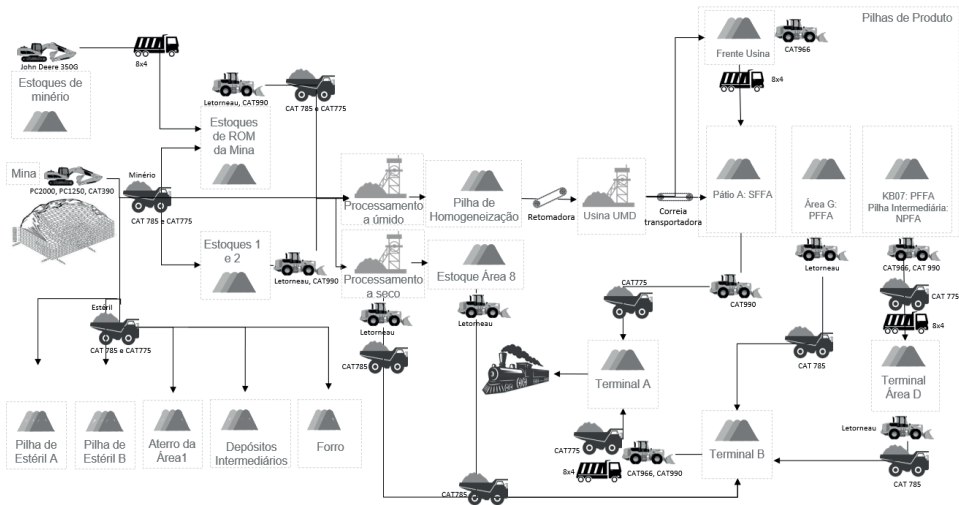


Figura 4.4 - Fluxograma da Operação de Mina.

O processamento do minério é realizado a úmido e a seco, de acordo com as características de cada material. O minério processado a seco já é considerado produto, portanto é transportado para estoques de produto e em seguida para os terminais, para ser expedido. Já o minério processado a úmido é concentrado na usina a úmido, e em seguida transportado para estoques de produto e então para os terminais, para ser expedido.

Já o estéril proveniente da lavra de mina é transportado para pilhas de estéril, depósitos intermediários, também é usado em obras de aterros, e para forração de estradas da mina.

A operação da mina é realizada pelo sistema de gerenciamento *Modular Mining System*®, conforme figura 4.5 abaixo, que é responsável por gerenciar a mina por software simulador usando os princípios de pesquisa operacional, de forma a otimizar os recursos envolvidos nas operações. A interface se dá por antenas de GPS instaladas em todos os equipamentos e rádio de comunicação. Além disso, esse sistema também é responsável pela coleta e armazenamento de informações necessárias para controles de produção, como a massa movimentada por hora e horas improdutivas por dia, dados essenciais para a realização desse trabalho.



Figura 4.5 - Tela do modular mining system.

Fonte: elaborado pelo autor (2023).

OBJETIVO E RELEVÂNCIA

Objetivo

O presente trabalho tem como objetivo analisar a mudança do regime de turno da operação de uma mina a céu aberto de minério de ferro, de forma a comparar os dois regimes de turno (turno de 6 horas e turno de 11 horas), no que diz respeito a aspectos técnicos de operação e segurança, e aspectos sociais.

Relevância

O trabalho tem relevância socioeconômica, pois buscou identificar pontos positivos e negativos dos diferentes modelos de trabalho (turno de 6 horas e turno de 11 horas), relacionando aspectos sociais, como a influência da mudança na vida dos operadores e suas famílias, e aspectos econômicos, como a influência da mudança na performance da mina estudada.

Além disso, é possível a replicação do plano utilizado para implantação do turno de 11 horas em outras minas.

MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia utilizada para o desenvolvimento deste trabalho envolveu as seguintes etapas:

- Revisão bibliográfica sobre os principais assuntos abordados;
- Descrição das características da mina;
- Descrição das características do turno de 6 horas;
- Descrição das características do turno de 11 horas;
- Exposição do plano utilizado para implantação do turno de 11 horas;
- Comparação do número de operadores necessários em cada um dos tipos de turnos estudados;
- Criação do banco de dados exportado do *Modular Mining System*®, pela equipe técnica;
- Análise do banco de dados pela equipe técnica;
- Análise estatística utilizando: Microsoft Excel.

Turno de 6 horas

O turno de 6 horas tem essa denominação pois o tempo de trabalho dos operadores é de 6 horas, com 4 turnos operando por dia, e 5 turmas de trabalho (denominadas A, B, C, D e E) revezando entre si. O tipo de turno é alternante: 00:00 h às 06:15 h, 06:00 h às 12:15 h, 12:00 h às 18:15 h, 18:00 h às 00:15 h, e cada turma trabalha por 7 dias, de forma contínua. Como é possível observar na figura 5.1 abaixo, o esquema de folgas também não é fixo, elas variam da seguinte forma: folgas de 108 horas, 84 horas e 36 horas. Dessa forma, 37% dos dias do mês o colaborador gozará de folgas, e precisará se deslocar para empresa a trabalho 63% dos dias do mês.

Como é possível observar, há sobreposição de 15 minutos entre os turnos, o objetivo dessas sobreposições é diminuir o impacto referente as trocas de turno, sendo que, para realização de alternância das turmas são necessárias 4 trocas de turno por dia.

ESCALA DE REVEZAMENTO DE TURNOS: 04 TURNOS COM 05 TURMAS - 06 HORAS DE TRABALHO																																								
1º TURNO 00:00-06:15	A	A	A	A	C	C	C	E	E	E	E	B	B	B	D	D	D	D	A	A	A	C	C	C	E	E	E	E	B	B	B	D	D	D						
2º TURNO 06:00-12:15	C	C	C	C	E	E	E	B	B	B	D	D	D	A	A	A	C	C	C	E	E	E	E	B	B	B	D	D	D	A	A	A								
3º TURNO 12:00-18:15	E	E	E	B	B	B	D	D	D	A	A	A	C	C	C	E	E	E	B	B	B	D	D	D	A	A	A	C	C	C	E	E	E							
4º TURNO 18:00-00:15	B	B	B	D	D	D	A	A	A	C	C	C	E	E	E	B	B	B	D	D	D	A	A	A	C	C	C	E	E	E	B	B	B							
FOLGAS Nº HORAS	D	D	D	E	A	A	B	C	C	C	D	E	E	A	B	B	B	C	D	D	E	A	A	A	B	C	C	D	E	E	E	A	B	B	C					
	108	36	84	36	108	36	84	36	108	36	84	36	108	36	84	36	108	36	84	36	108	36	84	36	108	36	84	36	108	36	84	36	108	36						
MESES/ANO																																								
jan/22	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31									
fev/22	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28									1	2	3	4				
mar/22	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31																				
abr/22	16	17	18	18	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30										1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
mai/22	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31																													
jun/22												1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24					

Figura 5.1 - Turno de 6 horas (janeiro a junho de 2022).

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Além disso, é importante ressaltar que no turno de 6 horas os operadores não realizam a refeição principal (almoço ou jantar) na empresa, há 15 minutos de pausa para lanche por turno, e 15 minutos de pausa ergonômica obrigatória no turno das 00:00 h às 06:15 h.

Portanto, o tempo máximo de operação nesse turno são 21,75 horas por dia (21:45h), conforme figura 5.2 abaixo, sendo que, o tempo máximo de operação contínua por operador, ou seja, operação sem realização de pausas, é de 3 horas.



Figura 5.2 - Atividades turno de 6 horas em horas.

Fonte: elaborado pelo autor (2023)

Turno de 11 horas

O turno de 11 horas tem essa denominação pois o tempo de trabalho dos operadores é de 11 horas, com 2 turnos operando por dia, e 4 turmas de trabalho (denominadas A, B, C e D) revezando entre si. O tipo de turno é fixo: 06:00 h às 18:00 h e 18:00 h às 06:00 h, com 2 dias de trabalho e 2 dias de folga, sem variação de horários. Dessa forma, 50% dos dias do mês o colaborador gozará de folgas, e precisará se deslocar para empresa a trabalho 50% dos dias do mês, como é possível observar na figura 5.3 abaixo.

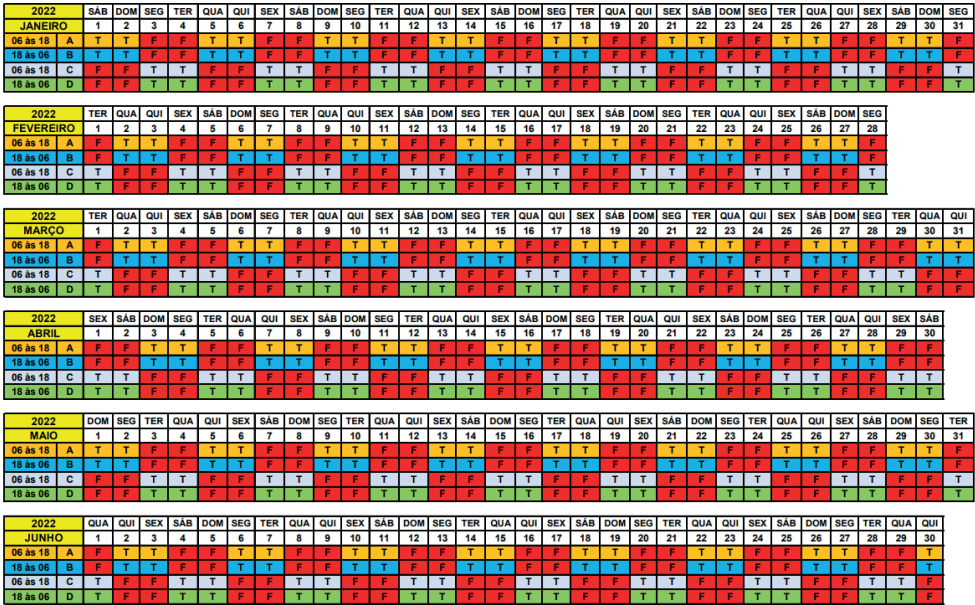


Figura 5.3 - Escala do turno de 11 horas (julho a dezembro de 2023).

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Como é possível observar na figura acima, não há sobreposição de tempo entre os turnos de trabalho. Para realização de alternância das turmas são necessárias 2 trocas de turno por dia. Também é importante ressaltar que no turno de 11 horas os operadores realizam a refeição principal (almoço ou jantar) na empresa, há 15 minutos de pausa para lanche por turno, e 15 minutos de pausa ergonômica obrigatória no turno das 18:00 h às 06:00 h.

Além disso, no turno de 11 horas há operadores extras em cada turma. O objetivo desses operadores é realizar o revezamento durante as refeições, lanches, paradas ergonômicas, realização de exames periódicos, treinamentos e capacitações, de forma a parar os equipamentos apenas para a troca de operadores. Para determinação da quantidade de operadores extras por turma foi considerado fator revezamento igual a 25%, isto é, 25% colaboradores a mais por turma de trabalho, já que há 4 horários disponíveis por turno para refeições serem realizadas no refeitório. Os revezamentos entre as 4 equipes de trabalho são realizados de forma a manter sempre três equipes operando, dessa forma, impactar menos possível a UF dos equipamentos.

O tempo médio anual de troca de turno por equipamento disponível por turno no ano de 2022 foi 33,3 minutos. Portanto, foi usado no raciocínio o tempo médio de 30 minutos, de forma ilustrativa, da mesma forma realizada para o turno de 6 horas.

Portanto, o tempo máximo de operação nesse turno são 23 horas por dia, conforme figura 5.4, sendo que, o tempo máximo de operação contínua, ou seja, sem realização

de pausas, é de 3 horas e 15 minutos. Importante reforçar que nesse tipo de turno não necessariamente todos os operadores precisam operar por 3 horas e 15 minutos contínuos, pois há equipe de revezamento disponível, cuja finalidade principal é realizar a pausa ergonômica dos operadores que tiverem necessidade, conforme mencionado acima.

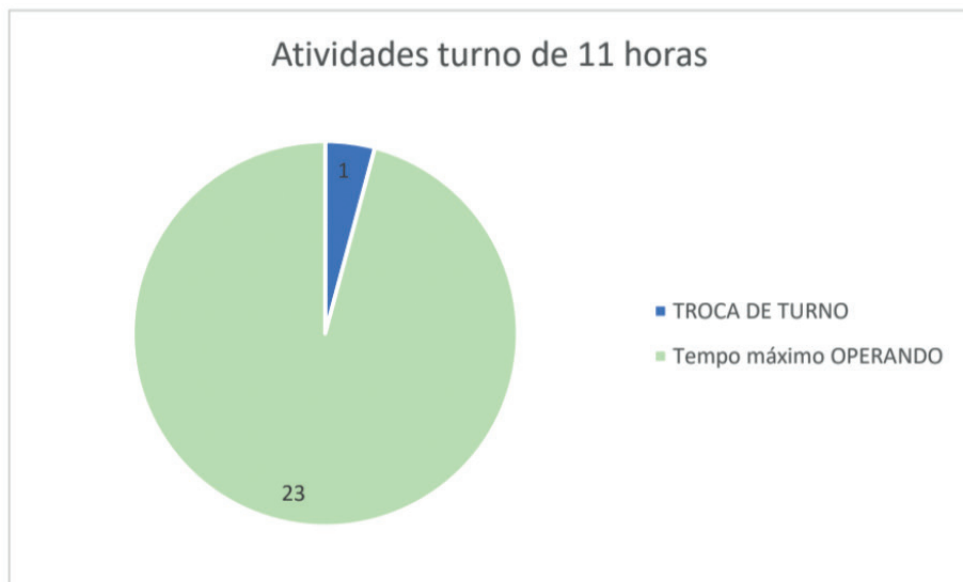


Figura 5.4 - Atividades turno de 11 horas em horas.

Fonte: elaborado pelo autor (2023)

Plano de implantação do turno de 11 horas

Para realização de implantação do turno de 11 horas foi utilizado ferramenta interna da empresa, que segundo procedimento analisado, é um processo desenvolvido para tornar qualquer mudança organizada e segura, em todas as etapas do ciclo de vida das atividades e operações, garantindo a segurança dos empregados e ativos, evitando impactos ambientais negativos e prejuízos financeiros.

Foram identificados dois tipos de mudanças: infraestrutura e organizacional. Então, foi reunida uma equipe multidisciplinar composta por representante das seguintes áreas: Operação de Mina, Segurança, Centro de Operações Integradas, Medicina / Saúde, Comunicação, Relações trabalhistas, Planejamento de Mina, Meio Ambiente, Engenharia, RH e *Facilities*.

Através da utilização da ferramenta, foram determinadas 10 recomendações pela equipe multidisciplinar, das quais destaca-se as seguintes:

1. Necessário implantação de sala para pausa ergonômica e sala para descanso;
2. Necessário implantação de pausas ergonômicas;
3. Necessário realizar avaliação da necessidade de novo exame de saúde, para atuação na função;
4. Necessário aplicação de ferramentas de monitoramento de fadiga;
5. Necessário mapear e realizar as divulgações necessárias para líderes e colaboradores.

Em seguida, foi criado plano de ação com responsável pela execução, prazo, status e eficácia. O plano de ação garantiu implantação de sala para pausa ergonômica, cujo objetivo é a ativação dos operadores em salas equipadas com banner com indicação de auto alongamentos e espaldar para auxiliar, além de jogos interativos, conforme figura 5.5.



Figura 5.5 - Sala para pausa ergonômica.

Fonte: elaborado pelo autor (2023)

Além disso, com a implantação do novo turno, a pausa ergonômica de 15 minutos por operador tornou-se obrigatória no período noturno, devendo ser realizada das 2 h às 4 h. Mas, independentemente da pausa obrigatória, o espaço pode ser utilizado a qualquer momento, sempre que os operadores julgarem necessário.

Outro ponto importante do plano de ação foi a implantação de sala de descanso conforme figura 5.6, cujo objetivo é descanso dos operadores em local apropriado após a refeição. Importante ressaltar que a sala também pode ser utilizada durante outras pausas de descanso facultativas, conforme necessidade dos colaboradores.



Figura 5.6 - Sala de descanso.

Fonte: elaborado pelo autor (2023)

Foi criado Programa Prevenção a Fadiga Corredor Sul, cujo objetivo é estabelecer orientações e critérios quanto à adoção de medidas de prevenção a fadiga (sonolência e monotonia) identificados por meio de ferramentas preditivas, preventivas, controle e de monitoramento.

Foi implantado tecnologia de detecção de sinais comportamentais que possam indicar alterações sobre os níveis de sonolência dos colaboradores. O objetivo da ferramenta é gerar um alerta ao condutor de forma a minimizar os riscos de acidentes. Além disso, cada um dos alertas é recebido pela central em tempo real, é realizado avaliação e criado plano de ação para tratativa.

Por fim, foi realizada reunião com todos os colaboradores, de forma a explicar e tirar dúvidas sobre a mudança proposta, disponibilizando cartilhas orientativas para empregados e familiares, sensibilizando para cuidados de saúde integral para mudança de turno.

Número de operadores necessários

Para o cálculo do número de operadores necessários por tipo de turno foi considerado as seguintes características principais de cada tipo de turno:

- O turno de 6 horas possui 5 turmas de trabalho, enquanto o turno de 11 horas necessita de 4 turmas de trabalho;
- O turno de 11 horas possui fator revezamento igual a 25%, isto é, é necessário multiplicar o número de operadores do turno de 6 horas por 1.25, para calcular o número de operadores necessários no turno de 11 horas.

Portanto, como é possível observar na tabela 5.3 abaixo, não há mudança no número de operadores necessários por tipo de turno.

Letras de trabalho	Tipo de turno	
	6 horas	11 horas
A	14	18
B	14	18
C	14	17
D	14	17
E	14	-
Total	70	70

Tabela 5.3 - Número de operadores necessários por tipo de turno.

Foi considerado um operador a mais nas turmas A e B, pois as mesmas sofrem influência das equipes que trabalham em regime administrativo (07:00 às 16:20 horas). A influência principal é o congestionamento causado pelos ônibus que atendem as equipes do regime administrativo, e a realização do almoço em conjunto com as equipes do regime administrativo.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Calcula-se que o ganho teórico do turno de 11 horas em relação ao turno de 6 horas, ou seja, ganho caso o trabalho em ambos os turnos fosse realizado em condições padronizadas, seria de 5% na UF dos equipamentos, visto que não é necessário parar equipamentos para realizar parada ergonômica e lanche (o que representa 5% de redução de impacto referente a uma média de 1,25 horas por dia), já que o revezamento de operadores é realizado de forma contínua.

A fim de observar as consequências de ambos os regimes de turno de forma prática, foi realizada uma comparação utilizando o Banco de Dados do ano de 2022 e 2023 gerado pelo *Modular Mining System*®, de forma a analisar o comportamento do 1º semestre de 2022, período em que o turno de 6 horas estava vigente, e o 1º semestre de 2023, período em que o turno de 11 horas estava vigente.

Em relação à UF de transporte, houve aumento de uma média de 3,7% no período em que o turno de 11 horas estava vigente, em relação ao período em que o turno de 6 horas estava vigente (figura 6.1).

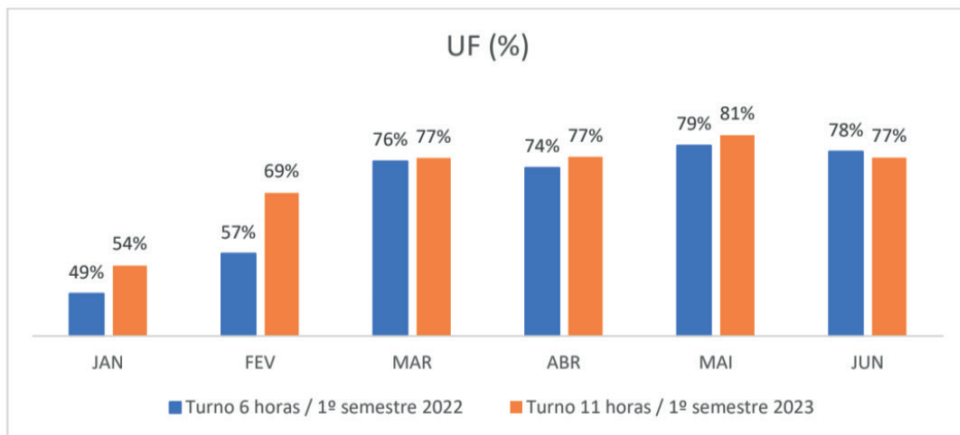


Figura 6.1 - Utilização Física de transporte do 1º semestre dos anos de 2022 e 2023.

Salienta-se que houve forte influência da variação de fatores externos durante o tempo analisado. Como exemplo, pode-se citar o mau tempo e aguardando condições de acesso, principalmente durante os meses de janeiro e fevereiro de 2022, conforme ilustrado na figura 6.2 de pluviometria por mês analisado.

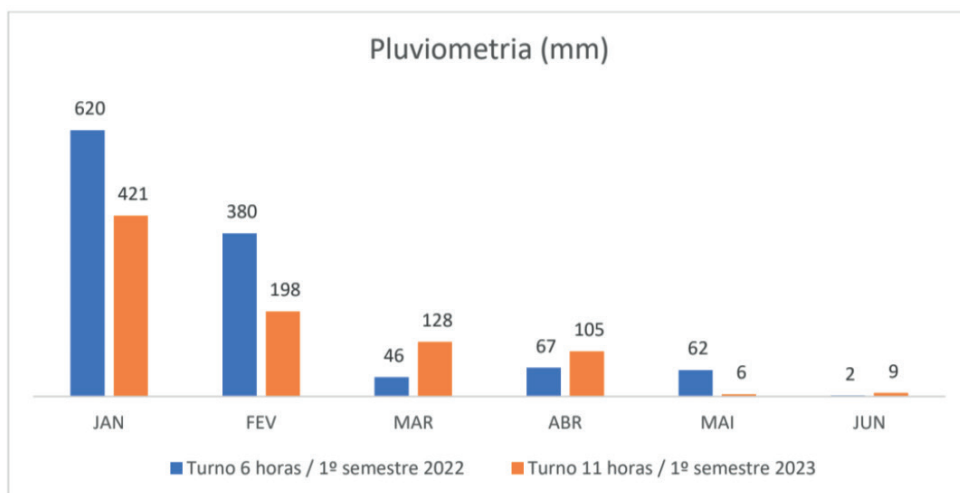


Figura 6.2 - Pluviometria em mm por mês analisado.

Durante o primeiro semestre de 2022, mau tempo e aguardando condições de acesso representou uma perda de 8,3% na UF, e durante o primeiro semestre de 2023 representou uma perda de 7,3% na UF. Portanto, houve uma diminuição de 1% na UF consequente de intempéries no período em que o turno de 11 horas estava vigente, em relação ao período em que o turno de 6 horas estava vigente. A figura 6.3 abaixo ilustra a variação de mau tempo e aguardando condições de acesso mensalmente.

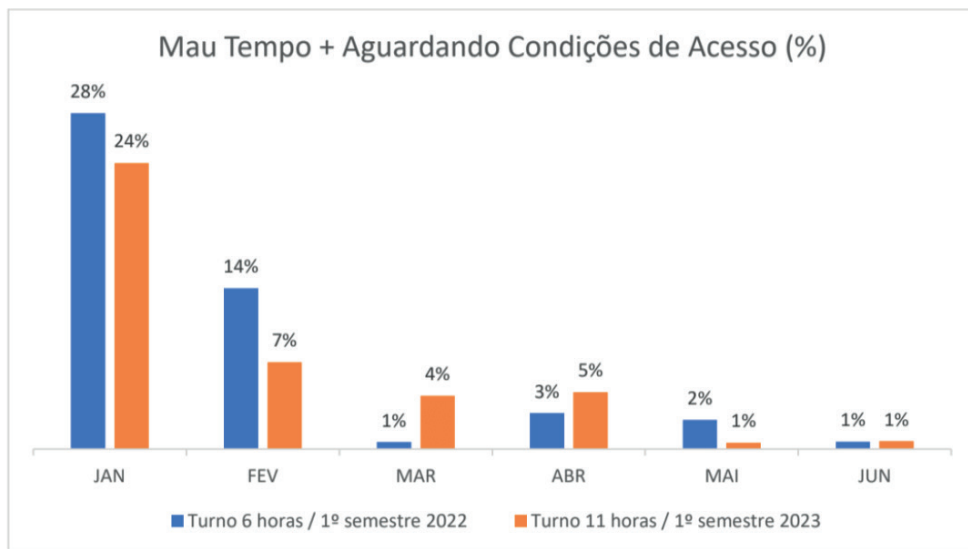


Figura 6.3 - Mau tempo e aguardando condições de acesso por mês analisado.

Outro fator externo que exerceu forte influência na UF de transporte foi a adição de cincocaminhões no primeiro semestre de 2023, seguido pelo atraso na mobilização de operadores de transporte, conforme demonstra tabela 6.1 abaixo.

Importante ressaltar que o quinto caminhão foi adicionado no mês de junho, mas sem demandas programadas no plano mensal, portanto, ficou parado durante 15 dias do mês, o que resultou numa perda de 3,38% por equipamento não programado.

Mês	Número de Operadores Turno de 11 horas	
	Necessário	Real
jan/23	101	80
fev/23	101	80
mar/23	101	80
abr/23	101	82
mai/23	101	101
jun/23	101	102

Tabela 6.1 - Número de operadores necessários e mobilizados durante primeiro semestre de 2023.

O número médio mensal de 14 operadores a menor que o necessário impactou diretamente a eficiência da turma de revezamento, conseqüentemente, dificultou comparação direta entre o comportamento do 1º semestre de 2022, período em que o turno de 6 horas estava vigente, e o 1º semestre de 2023, período em que o turno de 11 horas estava vigente.

Em relação as principais razões de UF influenciadas pela mudança de regime de turno, pode-se citar a troca de turno, palestra operador, refeição e lanche, pausa ergonômica e troca de operador.

Quanto ao tempo dedicado a troca de turno, houve redução média de 3,7% na perda do primeiro semestre de 2022 em relação ao primeiro semestre de 2023 (figura 6.4).

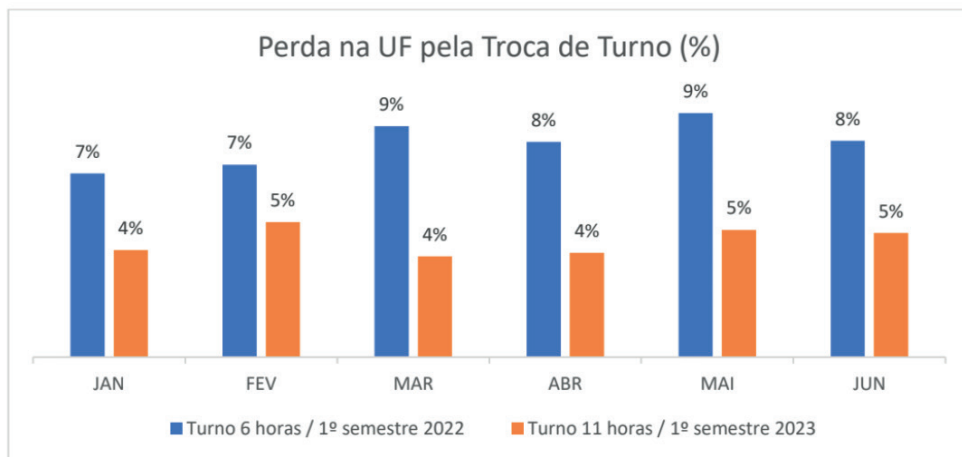


Figura 6.4–Perda na UF referente a troca de turno do 1º semestre dos anos de 2022 e 2023.

Essa redução se deve principalmente pela diminuição do número de trocas de turno (eram necessárias 4 trocas de turno por dia durante vigência do turno de 6 horas, com o turno de 11 horas reduziu-se para duas trocas de turno por dia), e ineficiência da sobreposição de 15 minutos entre os turnos, prática utilizada no turno de 6 horas.

Apesar dessa diminuição, observou-se que houve aumento do tempo de cada uma das trocas de turno realizadas. Esse aumento foi necessário devido a necessidade de realização de reuniões diárias de segurança mais longas que o padrão, trazendo temas relevantes a adaptação dos operadores ao novo turno, como importância de dormirem bem, terem dieta balanceada, se sentirem confiantes para paralisarem a operação no caso de fadiga, realizarem as pausas necessárias etc.

Quanto ao tempo dedicado a palestra operador, percebeu-se aumento médio de 0,6% na perda do primeiro semestre de 2023 em relação ao primeiro semestre de 2022, o que também está relacionado a necessidade de realização de reuniões diárias de segurança mais longas que o padrão anteriormente utilizado.

Quanto ao tempo dedicado a realização de refeições (almoço e jantar) e lanche, não se esperava perda, consequente da estratégia de realização de revezamentos, mas foi identificado 2,6% de aumento de perda no turno de 11 horas em comparação ao turno de 6 horas. Acredita-se que o principal fator influenciador foi o atraso na mobilização de

operadores de transporte citado anteriormente, que impactou diretamente a eficiência da turma de revezamento. Par a realização dos revezamentos (realizados utilizando o código “Troca de Operador”), foi identificado perda de 1,2%.

Em relação ao tempo de perda por pausa ergonômica houve redução de 0,3% nas perdas durante turno de 11 horas em relação ao turno de 6 horas. Importante ressaltar que o banco de dados utilizado gerado pelo Modular Mining System® mapeia os códigos utilizados nos equipamentos de mina. Ou seja, não mapeia pessoas em atividades como treinamento e pausa ergonômica, que tenham feito troca de operador, portanto, que não estejam mais alocados em equipamentos de mina.

Após um mês e meio do início do novo turno, foi realizada pesquisa anônima para verificar aceitação ou não da implantação do turno de 11 horas. Houve retorno expressivo de 87% do público pesquisado. Em relação a satisfação dos operadores com o novo turno, 87% se mostraram satisfeitos, 8% indiferentes a mudança, e 5% insatisfeitos com a mudança. Além disso, os operadores que responderam a pesquisa indicaram o fato de terem mais tempo com a família e amigos o maior ganho com implantação do turno de 11 h.

Em seguida foi proposto pesquisa mais detalhada após um ano de implantação do turno de 11 horas, com o objetivo de averiguar grau de satisfação aceitação do novo turno proposto, conforme Apêndice A, entretanto, dado a confidencialidade dos dados, a pesquisa completa não será apresentada nessa dissertação.

CONCLUSÃO

Apesar do ganho teórico ser 5% na UF dos equipamentos com o turno de 11 horas, houve 3,7% de aumento na UF dos equipamentos do 1º semestre de 2023, período em que o turno de 11 horas estava vigente, para o 1º semestre de 2022, período em que o turno de 6 horas estava vigente.

Observa-se que o principal impacto para o não atingimento do valor teórico foi a influência de fatores externos durante o período analisado, como a adição de cinco caminhões no primeiro semestre de 2023, seguido pelo atraso na mobilização de em média 14 operadores de transporte por mês.

Importante ressaltar que essas mudanças de premissas dificultaram as análises de otimização de UF, dessa forma se fez necessário detalhar as principais razões de UF influenciadas pela mudança de regime de turno, de forma a coletar aprendizados.

Em relação a troca de turno, houve redução média de 3,7% na perda do primeiro semestre de 2023 (turno de 11 horas) em relação ao primeiro semestre de 2022 (turno de 6 horas), conseqüente principalmente da diminuição do número de trocas de turno e ineficiência da sobreposição de 15 minutos entre os turnos, prática utilizada no turno de 6 horas.

Quanto ao tempo dedicado a realização de refeições (almoço e jantar) e lanche, foi identificado 2,6% de aumento de perda no turno de 11 horas em comparação ao turno de 6 horas. Acredita-se que o principal fator influenciador foi o atraso na mobilização de operadores de transporte citado anteriormente, que impactou diretamente a eficiência da turma de revezamento.

Por fim, para realização dos revezamentos foi identificado perda de 1,2%, e redução de 0,3% nas perdas referente a pausas ergonômicas.

Importante ressaltar que o banco de dados utilizado gerado pelo Modular Mining System® mapeia os códigos utilizados nos equipamentos de mina. Ou seja, não mapeia pessoas em atividades como treinamento e pausa ergonômica, que tenham feito troca de operador, portanto, que não estejam mais alocados em equipamentos de mina.

Mesmo considerando fator revezamento, não houve alteração no número de operadores necessários em relação ao turno de 6 horas, isso se deve ao fato de que o turno de 11 horas ser composto por 4 turmas de trabalho, e o turno de 6 horas ser composto por 5 turmas de trabalho.

Além disso, segundo pesquisa realizada, percebeu-se melhoria de qualidade de vida para empregados, pois houve aumento de tempo com a família e amigos, aumento do número de folgas, e redução do tempo gasto por mês no transporte entre casa e trabalho.

Por fim, salienta-se a importância de continuidade do programa de prevenção a fadiga, utilização da tecnologia de detecção de sinais comportamentais que indica alterações sobre os níveis de sonolência dos colaboradores, e realização de reuniões diárias de segurança de forma contínua, trazendo temas como necessidade de colaboradores dormirem bem, terem dieta balanceada, se sentirem confiantes para paralisarem a operação no caso de fadiga, realizarem as pausas necessárias etc.

A implantação do turno de 11 horas na Operação de Mina foi realizada de forma planejada, organizada e efetiva.

REFERÊNCIAS

1. Leiva, A. L. Avaliação comparativa revisada do nível de risco de vários sistemas de Turnos rotativos em operações de mineração: uso do procedimento BESIAC. Conference Paper, 2013.
2. Hartman, H. L., Introductory to Mining Engineering. Second Edition. John Wiley & Sons. 2002.
3. Curi, Adilson. Lavra de Minas. Oficina de Textos. 2017.
4. Qing-Xia, Y. (1982), Computer simulation of drill-rig/shovel operations in open-pit mines, Proceedings of 1982 Winter Simulation Conference, 463-468.
5. Tutton, D. e Streck, W. 2009. A aplicação de britagem móvel na mina e transporte em grandes minas de rocha dura a céu aberto. Anais do Mining Magazine Congress, Niagara on the Lake, White Oaks Centre, Toronto, Canadá.

6. Germany, D.,J., A mineração no Brasil. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2002.
7. Quevedo, Johanna Mirelle Gómez. Modelo de simulação para o sistema de carregamento e transporte em mina a céu aberto. Dissertação de mestrado. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2009.
8. Souza, J. K. M. Modelagem e simulação como instrumento de apoio às tomadas de decisão e mudança de cenário para melhoria na produtividade: o caso de uma mineração. GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas, Bauru, Ano 12, nº 3, jul-set/2017, p. 197-214.
9. Vieira, J. C.. Determinação e Quantificação de Elementos de Relevância em Infraestrutura de Mina. 2013. Dissertação Programa de Pós- Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materias da Universidade do Rio Grande do Sul. Agosto de 2014.
10. Manual do Fabricante, 775G Caminhão Fora-de-Estrada. Caterpillar Inc., 2012.
11. Manual do Fabricante, 785C Caminhão Fora-de-Estrada. Caterpillar Inc., 2010.
12. Francischini, P.G. Indicadores de Desempenho: Dos objetivos à ação-Métodos para elaborar KPIs e obter resultados. Rio De Janeiro: Ed, Alta Books, 2017.
13. Nader, Beck et al. Indicadores-chave de desempenho e a gestão integrada da mineração. REM: Revista Escola de Minas, Ouro Preto. Out. dez. 2012.
14. Cruz, C. Balanced Scorecard – Concentrar uma Organização no que é Essencial, Grupo Editorial Vida Económica, 2009.
15. Pinto, A. K., Flores, J. F., SEIXAS, E. Gestão estratégica e indicadores de desempenho. Rio de Janeiro: Qualitymark/ABRAMAM, 2002.
16. Brasil, A., Candia, R. C. Análise de Indicadores De Produção em Uma Mina Subterrânea. ConBRepro (Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção), 2020.
17. Silva, A. S. Avaliação de Indicadores Operacionais: Estudo de Caso na Operação de Mina da Mineração Buritirama. S.A. Instituto de geociências e engenharias. Faculdade de engenharia de Minas e Meio Ambiente. Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará. 2020.
18. Silva, et al. Redução de Pedras Produtivas na Última Hora do Turno - Mina de Fábrica Nova. 68º Congresso Anual da ABM, 2015.
19. Córdova, V. M. Avaliação dos Sistemas de Turno numa Mineradora na Região III - Chile. ORP Conference, 2007.
20. Fischer, F.M.; Moreno, C.R.C.; Rotenberg, L. Trabalho em turnos e noturno na sociedade 24 horas. Ed. Atheneu, 2004.
21. Da Silva, Emerson Cláudio Gonzaga et al. Impactos gerados pelo trabalho em turnos. Perspectivas Online 2007-2011, v. 4, n. 13, 2010.

22. Ruchkys, Úrsula, & Machado, M. M. M. (2015). Oficinas de sensibilização para conservação de sítios geológicos do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brasil. *Terrae Didactica*, 8(1), 24-33. <https://doi.org/10.20396/td.v8i1.8637424>
23. Desmonte e Estabilidade de Rochas. Escola Estadual de Educação Profissional - EEEP. Curso Técnico em Mineração. Governo do Estado do Ceará.
24. Revista Dois Pontos. Foto panorâmica da Mina de Germano, em Mariana, MG (Simião Castro). Cava de extração do minério de ferro. 2012. Disponível em: <https://www.flickr.com/photos/revistadoispontos/8428361794>
25. Valadares, T. N.; Amorim, A. C. de; França, A. L. da. Aumento de produtividade da frota de transporte – Mina de Fábrica Nova (Vale Complexo Mariana). *Revista Minérios e Mineraleis*, Belo Horizonte, mai. 2012. Disponível em: < <http://www.mediafire.com/download/5ssc4msc8g9cl4o/14+%C2%BA+Pr%C3%AAmio+de+Excel%C3%AAncia.zip> >. Acesso em: 14/07/2023.