



ação ergonômica volume 10, número 1

ANÁLISE DE RISCOS EM OPERADORES DE CAMINHÕES DE MINERAÇÃO

Eduardo Ferro dos Santos

Universidade de São Paulo – Escola de Engenharia de Lorena (EEL/USP)

eduardo.ferro@usp.br

Karine Borges de Oliveira

Centro Universitário Salesiano de São Paulo (UNISAL)

karine@ergobrasil.com

RESUMO: Este trabalho tem como objetivo apresentar uma análise ergonômica do trabalho de operadores de caminhões em lavras (mineração - subterrânea) através de uma metodologia de análise de riscos ergonômicos realizada pelas práticas do Lean Six Sigma. A metodologia apoiou-se no resultado da aplicação através de um modelo técnico-científico desenvolvido através da integração dos preceitos teóricos do DMAIC em uma análise de riscos ergonômicos, tendo como resultado um modelo de gestão em ergonomia eficiente a empresa.

Palavras Chave: Análise Ergonômica; Lean Six Sigma; Gestão de Riscos

ABSTRACT: This paper aims to present an ergonomic work analysis of truck operators in mines (Mining - Underground) through a methodology of ergonomic risk analysis performed by the practices of Lean Six Sigma. The methodology was based on the result of the application through a technical-scientific model developed by integrating theoretical principles of DMAIC in an analysis of ergonomic risks, resulting in a model of efficient management.

Keywords: Ergonomic Analysis; Lean Six Sigma; Risk Management

1. INTRODUÇÃO

Não diferente de todas as demais áreas empresariais, a gestão de riscos ergonômicos vem recebendo pressões imensas, dentre elas: a fortíssima cobrança da legislação vigente; a exigência cada vez maior dos clientes em relação à melhoria de processos; as altas despesas com acidentes e doenças; as cobranças por parte de organismos certificadores; além de grandes saltos tecnológicos por parte dos recursos aplicados (automação, reengenharia, qualidade, meio ambiente), que passam, cada dia mais, a fazer parte dos processos industriais.

Para sobreviverem nesse ambiente, as organizações precisam procurar cada vez mais por metodologias e sistemas de gestão para conduzirem seus negócios. Hendrick (1997) cita que sistemas de gestão da qualidade e ergonomia estão intimamente ligados por objetivos e definições em comum. Hendrick (1997) afirma que os programas de ergonomia como gestão ergonômica na empresa são peças-chave para a implantação da cultura ergonômica, melhoria das condições de trabalho e aumento da produtividade. Segundo Vallejo (2009), todas as metodologias e técnicas de gestão têm valor. Torna-se clara a necessidade de uma análise apurada de alguns aspectos antes da escolha, tais como: ramo de atividade, cultura organizacional, entendimento dos conceitos da metodologia e sua aplicabilidade. Para Nave (2002), a alta direção das organizações tem muitas dúvidas para identificar a melhor metodologia ou técnica, sendo frequentes as perguntas: como escolher a metodologia ou técnica que será mais adequada ao negócio? Qual delas encaixa-se na cultura da empresa?

Uma possibilidade de abordagem aqui discutida é a integração de metodologias de gestão de melhorias, especificamente o *Lean Six Sigma* e a prática da análise de riscos ergonômicos. Esta abordagem se faz cada vez mais necessária, uma vez que a ergonomia é uma ciência que agrega diversos objetivos, dentre eles a saúde, a segurança, a qualidade, a eficiência e o conforto (GRANDJEAN,

1982), que podem também ser definidos quando se fala em projetos *Lean Six Sigma*.

2. A ANÁLISE ERGONÔMICA PELO *LEAN SIX SIGMA*

Integrar a ergonomia com as iniciativas do *Lean Six Sigma* pode significar uma aplicação sistemática e dirigida a resultados efetivos. A metodologia proposta neste trabalho não tolera apenas o parecer e a intuição exclusiva de especialistas. As decisões são formalizadas através da visão participativa e os projetos são conduzidos com base em análise de dados. A chave está na qualidade das informações sobre os riscos ergonômicos e nas justificativas das propostas de melhoria.

A utilização do DMAIC (definir, modelar, analisar, incrementar, controlar), proposto no *Six Sigma* (ANTONY e BANUELAS, 2002), é a estratégia condutora do método, denominado ELSS – *Ergonomic Lean Six Sigma* (SANTOS, 2010). Como objetivo da análise, tem-se a redução de perdas, movimentos desnecessários, dentre outros conceitos, propostos na filosofia *Lean* (WOMACK e JONES, 1996). A Figura 1 aponta estas interligações entre a ergonomia, o *Lean* e o *Six Sigma*, no que tange às etapas para a resolução dos problemas, proposta na utilização do ELSS.

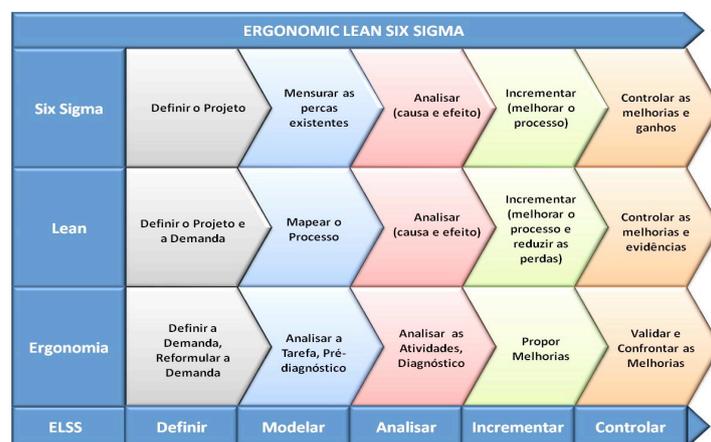


Figura 1. Interligação entre o *Six Sigma*, *Lean* e Ergonomia



As etapas do método proposto são as seguintes:

- Na etapa D, define-se o projeto (ou a situação a ser avaliada, seus objetivos norteadores, conhecido por demanda).
- Na etapa M, que no *Six Sigma* tem o significado de Mensurar, no ELSS é denominada Modelar, pois se trata de compreender o trabalho, as tarefas e os modos organizacionais, não descartando também as necessidades de mensurar.
- Na etapa A, todos os conceitos levam à análise propriamente dita.
- A etapa I é o momento de melhorar, ou incrementar.
- Na etapa C, controla-se, evita-se a situação problema futuramente e implementa-se uma gestão, um controle da situação.

Alguns aspectos técnicos e conceituais importantes para comparação dessas metodologias estão resumidos no Quadro 1.

Quadro 1 – Comparação entre as metodologias (Adaptado de Nave, 2002)

Metodologia	<i>Six Sigma</i>	<i>Lean</i>	Ergonomia
Teoria	Reduzir variações.	Eliminar os desperdícios.	Melhorar as condições de trabalho.
Diretrizes de aplicação	Definir; Medir; Analisar; Melhorar; Controlar.	Identificar valor; Identificar cadeia; Fluir; Puxar; Aperfeiçoar.	Demanda; Tarefa; Atividade; Diagnóstico; Melhorias.
Pressuposto	Há um problema; Gráficos e números são valorizados; Os resultados do sistema são melhorados se a variação em todo o processo for reduzida.	A eliminação do desperdício melhora o desempenho dos negócios; Várias pequenas melhorias são melhores do que grandes rupturas.	Com a melhoria das condições de trabalho ganha-se em saúde, segurança e desempenho.
Foco	Foco no problema.	Foco no fluxo	Foco no sistema homem/máquina.
Efeito principal	Resultado uniforme do	Tempo de fluxo reduzido.	Redução de acidentes,

	processo.		doenças e erro humano.
Efeitos secundários	Menos variações e estoque; Novo sistema de contabilidade; Avaliação de desempenho pelos gerentes; Qualidade melhorada.	Menos desperdício; Melhoria da saída do processo; Menos estoque; Avaliação de desempenho pelos gerentes; Qualidade melhorada.	Redução de despesas com fatores humanos; Melhoria da produtividade; Satisfação dos funcionários; Avaliação de desempenho pelo SESMT.
Críticas	A interação do sistema não é considerada; Os processos são aperfeiçoados independentemente.	A análise estatística ou de sistema não é valorizada.	O sistema é avaliado no nível micro (processo isolado), raramente interagindo com objetivos maiores da organização.

O ELSS nasceu do aprimoramento de metodologias de análise de riscos ergonômicos, principalmente da metodologia denominada *Ergonomic Risk Analysis* (ERA), que faz parte do Sistema de Gerenciamento Ergonômico (SGE) proposto por Santos e Santos (2006). Esses trabalhos demonstraram que as metodologias e ferramentas utilizadas podem ser aplicadas de modo muito eficaz para o treinamento de pessoal na busca de soluções realistas e práticas para os problemas ergonômicos dos locais de trabalho. O Quadro 2 mostra, resumidamente, os principais objetivos e resultados principais de cada uma das etapas.

Quadro 2. Objetivos e Resultados Esperados do ELSS

		Objetivo	Principais Resultados Esperados
Etapas do DMAIC	D	Definir claramente os objetivos do estudo	Definir o grupo de atuação; Definir o escopo de atuação; Definir os objetivos da análise.
	M	Compreender o trabalho	Selecionar os alvos de avaliação (definição de grupos homogêneos de exposição em ergonomia); Entender o processo em análise (modelagem do processo, análise das tarefas); Mapeamento ergonômico preliminar, identificando riscos e desperdícios no processo.
	A	Analisar sistematicamente	Estudo sistemático de cada problema; Identificar causa raiz; Confrontar problemas com os operadores; Priorização de riscos.

	I	Desenvolver condutas que propõe a melhoria das condições observadas	Propor ações de melhorias; Selecionar as melhores opções; Simulação; Organizar a análise em um formulário padrão.
	C	Estabelecer critérios que assegurem as melhorias	Estabelecer plano para assegurar a implantação das melhorias; Desenvolver critérios de avaliação e análise crítica dos resultados.

2. A APLICAÇÃO DO MODELO

3.1. APLICAÇÃO DA ETAPA D – DEFINIR

O método de estudo de caso (DUL e HAK, 2007) aplicado nesta pesquisa teve como alvo um posto de trabalho em uma mineradora, com foco na operação de caminhões. Este foi selecionado inicialmente por ser um dos principais postos no processo produtivo da empresa e por possuir um histórico de queixas relacionadas a dores osteomusculares. Os fatores a seguir definem estas justificativas.

Para início do processo, foi elaborado o “Projeto de Análise de Riscos Ergonômicos”, apresentado no Quadro 3. Para entender estes elementos com mais detalhes, os registros pertinentes foram inspecionados. Para isso, iniciou-se por avaliar as queixas rotineiras em ambulatório médico (registro de acidentes e reclamações), que predominam no setor.

Quadro 3. Elementos do Projeto

Projeto de Análise de Riscos Ergonômicos (Método ELSS)	
Oportunidade/Definição do Problema	
• <u>O que está acontecendo?</u>	<ul style="list-style-type: none"> ○ há uma incidência de reclamações por dores em ombros e coluna lombar que deve ser investigada em números, causas e consequências.
• <u>Quando o problema começou?</u>	<ul style="list-style-type: none"> ○ há registros ambulatoriais e de afastamentos
• <u>Onde o problema está ocorrendo?</u>	<ul style="list-style-type: none"> ○ redominância nos operadores de caminhão
Impacto no Negócio	
• <u>Por que devemos executar o projeto?</u>	<ul style="list-style-type: none"> ○ problema gera custos administrativos com cuidados com a saúde humana e afastamentos
• <u>Quem são os clientes deste processo?</u>	

<ul style="list-style-type: none"> ○ redução, Ambulatório Médico, Departamento Jurídico, Departamento de Saúde e Segurança do Trabalho, Funcionário. <p>Indicadores do Projeto ELSS</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Quais são as metas de melhoria?</u> <ul style="list-style-type: none"> ○ educação do Absenteísmo; Redução das Despesas Médicas; Redução do Passivo Jurídico Ocupacional; Redução do Grau de Risco. • <u>Prazo:</u> <ul style="list-style-type: none"> ○ 5 dias para conclusão do referido relatório

Destas queixas, as mais frequentes foram as relacionadas a distúrbios músculo-esqueléticos em ombro e coluna lombar. As queixas podem ser encaradas como um passo anterior ao afastamento.

Investigaram-se, então, os afastamentos (com menos de 15 dias e com mais de 15 dias) na somatória dos anos de 2011 e 2012. Ao total, 15 trabalhadores sofreram afastamentos (alguns mais de uma vez). O valor médio do consumo de medicamentos no ambulatório médico da empresa é de R\$ 3,15 por atendimento. Com isso, simula-se o número de atendimentos em valores financeiros na Tabela 1.

Tabela 1. Representação Financeira de Atendimentos Médicos

Atendimentos	Número de casos totais no ano	
	2011	2012
Número de Atendimentos	45	65
Representação (R\$)	141,75	204,75

Considerando também o valor homem x hora deste setor (R\$ 69,45, segundo o departamento de planejamento de produção), os dias perdidos representariam (considerando as médias de dias) o composto financeiro da Tabela 2.

Tabela 2 Representação Financeira do Absenteísmo

Afastamentos	Número de casos totais			
	< 15 dias		> 15 dias	
	2011	2012	2011	2012
Número de	15	17	01	04



Afastamentos				
Dias perdidos	60	78	17	76
Horas perdidas	480	624	136	608
Representação (R\$)	33.336,00	43.336,80	9.445,20	42.225,60

Estes dados financeiros não são necessariamente exatos, pois são médias aritméticas simples e levantamentos preliminares simulados, mas servem para inicialmente dimensionar as perdas decorrentes relacionadas ao alvo de avaliação.

3.2. APLICAÇÃO DA ETAPA M – MODELAR

A operação de caminhões de mineração consiste das informações do Quadro 4 abaixo:

Quadro 4 – Tarefas e Requisitos do Processo:

Sumário	Experiência
---------	-------------

Dirigir caminhões de transportes: Pipas, Caminhão Basculante, Carreta, Prancha, Carregadeira, Trator 824, Motoniveladora ou Rompedor. 6 meses

Atividades	Freq.	Tempo
------------	-------	-------

Inspecionar o equipamento, verificando visualmente pontos básicos para o funcionamento e operação do mesmo, quando necessário solicitar à intervenção da manutenção. Diária 5

Solicitar e manter sinalizações que limitem a área Diária 2

de segurança da operação.

Manter limpo a cabine dos equipamentos de trabalho e os veículos leves usados para o transporte dos colaboradores. Diária 2

Comunicar via rádio os eventos de sua atividade para registro no sistema de apropriação de dados. Diária 5

Operação dos equipamentos que estiver escalado, conforme orientação da supervisão. Diária 80

Registrar dados corretos no sistema Smart Mine nos Boletins de Produção e ficha de inspeção de campo que for necessário. Diária 2

Executar serviços secundários. Ocasional 4

Título	Tipo
--------	------

Educação

Ensino Médio (2º Grau) Indispensável

Título	Tipo
--------	------

Habilidades

Atenção Concentrada Indispensável

Relações Humanas Indispensável

Treinamentos

Carteira Nacional de Habilitação Indispensável

MOPE Indispensável



Direção Defensiva Indispensável

Cursos necessários

Isolamento de Área

Análise Para Trabalho de Risco

Preparação e Atendimento a Emergência

Uso de Equipamentos De Proteção Individual

Observação

Treinamento técnico, (teórico e prático) ministrado por instrutores externos para os equipamentos de mineração e /ou por instrutores da empresa prestadora de serviços, quando a atividade for terceirizada. Treinamento dos procedimentos das Normas: ISO 9000, ISO 14000, Segurança e USC.



Figura 2 – Vista Externa do Caminhão



Figura 3 – Vista Interna do Caminhão

Dado a descrição das tarefas e seus requisitos, prosseguiu-se ao mapeamento ergonômico através da apreciação de variáveis. O grupo foi a campo para a

realização desta atividade, realizando filmagens, entrevistas e confrontações iniciais dos achados com os trabalhadores. Os problemas encontrados foram discutidos em uma reunião formal com a presença de todos os envolvidos (grupo-foco, ergonomista) e inseridos no formulário com a descrição inicial de cada um dos problemas encontrados, conforme Quadro 5. Esta apreciação demonstra o entendimento do grupo-foco acerca dos problemas envolvidos.

Quadro 5. Revisão da Identificação de Perigos

Perigo na Atividade	Consequência Principal
Postura sentada ao dirigir	Desconforto postural
Controle de volante e marchas	Movimentação repetitiva de membros superiores
Controle de acelerador, freio e embreagem	Movimentação repetitiva de membros inferiores
Visualização em ambiente escuro	Desconforto visual
Utilização de EPI	Desconforto de EPI
Presença de ruído	Desconforto acústico
Vibração do equipamento	Desconforto postural
Partículas inaláveis (poeira)	Desconforto respiratório
Ciclo único de atividades	Monotonia
Trabalho em turnos e noturno	Desconforto fisiológico de adaptação

3.3. APLICAÇÃO DA ETAPA A – ANALISAR

Com base no mapeamento anterior das tarefas, pode-se aprofundar sistematicamente na resposta aos problemas encontrados. Estes servem para que os elementos do processo sejam mais precisamente analisados. A amostra representou as mesmas realizadas pelo grupo-foco, já que todas elas foram registradas em vídeo.

Os resultados das avaliações foram então agrupados em um formulário com base na FMEA (Failure Mode and Effects Analysis), adaptado para o ELSS,



conforme Quadro 9 (Análise de Riscos Ergonômicos) abaixo. Para a elaboração deste, foram seguidos os seguintes passos:

- As variáveis foram classificadas em conformidade com o formulário de pesquisa de campo e descritas em observação sistemática, através de uma redação a várias mãos (grupo-foco, ergonomista). A aplicação seguiu, então, critérios padronizados (formulário específico), que servirá de base para a aplicação futura dentro da gestão OHSAS 18001 na empresa (ASBURY e ASHWELL, 2006);
- Foram consultados diversos documentos citados nos itens observados (quadros) no decorrer do formulário. As imagens e ferramentas são também citadas em momentos oportunos e anexadas ao relatório;
- Os meios de controle existentes a cada situação encontrada foram citados e avaliados quanto a sua eficácia pelo grupo-foco, em conjunto com o ergonomista, através de escalas elaboradas para a organização (controle) dos mesmos. A determinação dos Índices de Risco (Gravidade x Probabilidade x Controle) foi discutida em eventos específicos (*Kaizen*) através de *brainstormings* e análises críticas. A partir destes, foi criada uma legenda específica a cada um dos itens, conforme Quadro 6, com resultados no Quadro 7. Quando o índice apresentar duplicidade (dois itens nos campos Gravidade e Probabilidade), propõe-se o maior valor.

Quadro 6. Determinação dos Índices da FMEA

Índice	Probabilidade		Gravidade		Controle
	Histórico	Exposição	Humanas	Organização	
1 - Baixo	Nenhuma ocorrência a relaciona da ao agente.	Pouco tempo, menos de 10% do tempo amostral (jornada ou ciclo).	Não geram sobrecargas humanas.	Pouca ou nenhuma interferência no processo.	Existem bons planos de controle para lidar com o risco.

2 - Médio	Existem reclamações e ocorrências em termos de verbalizações.	Tempo razoável, de 11 a 30% do tempo amostral (jornada ou ciclo).	Geram situações de desconforto e fadiga.	O agente isolado pode interferir em paradas momentâneas e pequenas perdas na produtividade.	Existe um plano para lidar com o risco, mas há ausência de procedimentos formais e há dúvidas sobre sua eficácia.
3 - Alto	As queixas são frequentes e específicas ao agente, com indicadores e registros demonstrativos.	Pouco tempo, menos de 10% do tempo amostral (jornada ou ciclo).	Riscos que podem prejudicar a saúde, levando a lesões e afastamentos.	Implicando em atrasos significativos de produção e redução do trabalho planejado. Itens que não atendem à legislação vigente.	Não existe um plano e conscientização para lidar com o risco. As práticas operacionais indicam aparente desconhecimento de exposição.

Quadro 7. Determinação dos Índices da FMEA

Nível de Risco		Caracterização Geral	Equivalência na OHSAS 18001 / BS 8800
1	Trivial	Ação técnica normal ou sem risco significativo	Nenhuma ação é requerida e nenhum registro documental precisa ser mantido.
2 a 3	Tolerável	Improável risco a saúde do trabalhador, relacionam-se mais a dificuldades esporádicas. É também considerada uma ação técnica dentro da normalidade	Deve-se assegurar que os meios de controles sejam mantidos e monitorados.
4 a 9	Moderado	Situações consideradas causadoras de fadiga se desenvolvida por longo período e / ou sem meios de controle	Devem ser implantados meios de controle / preventivos
12 a 18	Substancial	Situações consideradas como causadora de lesões	Devem ser feitos estudos sistemáticos da atividade, sugerindo um plano de melhoria aprovado pela alta direção para eliminar ou minimizar o risco em um prazo determinado.
27	Intolerável	Situações consideradas como potencialmente causadora de lesões, doenças e acidentes graves que podem gerar afastamentos ou incapacidades funcionais. Não é dada atenção por parte da empresa a estes riscos, considerando a negligência dos mesmos.	Além do estudo sistemático da atividade, deve haver um plano de melhoria de prazo imediato aprovado pela alta direção para eliminar ou minimizar o risco. A execução do plano deve ser monitorada e avaliada.

Com base nos achados, foi elaborada uma planilha (Quadro 8).

Quadro 8. Análise de Riscos Ergonômicos

Variável	Questão	Aspecto e Perigo na Atividade	Meios Administrativos e de Controle Existentes	Efeito Principal	P	G	C	Nível de Risco	Causa-Raiz do Problema



	Cinesilogia	Controle de volante e marchas de forma repetitiva	Possibilidade de de DORT em membros superiores	2	2	2	8	Necessidade e de controle do veículo, mas com poucas pausas (só a da refeição), com ciclo único de trabalho	
		Controle de acelerador, freio e embreagem de forma repetitiva	Possibilidade de de DORT em membros inferiores	2	2	2	8		
Cognitiva	Visual	Visualização em ambiente escuro	Há iluminação complementar nos túneis na mina	Desconforto visual com possibilidade de erro humano	2	2	1	4	Característica inerente ao trajeto
Organizacional	Segurança	Utilização de EPI	Há instrução de uso na entrega do EPI	Desconforto de EPI com insatisfação e mau uso	3	2	2	12	Não há uma seleção de EPI por qualidade e conforto, apenas por custo
	Processo	Ciclo único de atividades	Inexistente	Monotonia com possibilidade de de sono e insatisfação com o trabalho	3	2	3	18	O operador é designado a realização de uma única atividade, característica do processo
	Social	Trabalho em turnos e noturno	Inexistente	Desconforto fisiológico de adaptação com possibilidade de de sono e insatisfação com o trabalho	2	2	3	12	O trabalho é concebido de forma a atender todos os turnos existentes

3.4. APLICAÇÃO DA ETAPA I - INCREMENTAR

Conhecendo as causas-raiz, o primeiro ato na fase Incrementar, realizado no evento Kaizen, foi definir quais ações poderiam ser as possíveis soluções aos problemas levantados. O evento foi realizado durante um dia inteiro (8 horas) e contou com a participação de todos os envolvidos. No evento, as seguintes ações ocorreram:

- Propostas ações para todos os achados na FMEA. As ações foram votadas para que se definissem as melhores opções;
- Feitas revisões nos procedimentos propostos (reaplicação da FMEA).

As ações propostas por todo o grupo foram organizadas, assim como a reaplicação da FMEA. As recomendações seguem no Quadro 9 – Conduta Ergonômica

Quadro 09. Conduta Ergonômica

Variável	Questão	Aspecto e Perigo na Atividade	Meios Administrativos e de Controle Existentes	Efeito Principal	P	G	C	Nível de Risco	Causa-Raiz do Problema
Ambiental	Ruído	Presença de ruído	Há o uso de EPI (auricular) e a cabine possui isolamentos acústicos do fabricante do veículo	Desconforto acústico	2	2	1	4	Ruído proveniente do motor do veículo e de outros equipamentos de mineração, inerentes ao processo
	Vibração	Vibração do equipamento	O assento é confortável, com molas e ajustes	Desconforto fisiológico de adaptação com possibilidade de problemas circulatórios	2	2	1	4	Vibração proveniente do trajeto do veículo (pista irregular)
	Químico	Partículas inaláveis (poeira)	Há o uso de EPI (máscara) e os vidros obrigatoriamente devem se manter fechados	Desconforto respiratório	2	2	1	4	Poeira proveniente do ambiente de mineração, inerentes ao processo (estrada de terra)

Efeito Principal	Nível de Risco	Causa-Raiz do Problema	Conduta Ergonômica	P	G	C	Nível de Risco
Postura sentada ao dirigir por longo período	12	Poucas pausas (só a da refeição), com ciclo único de trabalho	Inserir mais pausas na jornada, podendo ser proposto uma pausa de 10 minutos a cada hora trabalhada.	2	2	1	4
Controle de volante e marchas de forma repetitiva	8	Necessidade e de controle do veículo, mas com poucas pausas (só a da refeição), com ciclo único de trabalho	Atividades de Ginástica laboral também podem ser inseridas no início e durante a jornada.	2	2	1	4



Controle de acelerador, freio e embreagem de forma repetitiva	Possibilidade de DORT em membros inferiores	8			2	2	1	4
Visualização em ambiente escuro	Desconforto visual com possibilidade de erro humano	4	Característica inerente ao trajeto	Não há meios de melhoria a atividade. As medidas consideradas de iluminação já são tomadas pela empresa.	2	2	1	4
Utilização de EPI	Desconforto de EPI com insatisfação e mau uso	12	Não há uma seleção de EPI por qualidade e conforto, apenas por custo	Inserir critérios de conforto na seleção dos EPIs.	1	1	1	1
Ciclo único de atividades	Monotonia com possibilidade de sono e insatisfação com o trabalho	18	O operador é designado a realização de uma única atividade, característica do processo	Estudar formas de revezamento de operações em equipamentos de mineração e enriquecimento da tarefa	2	2	1	4
Trabalho em turno e noturno	Desconforto fisiológico de adaptação com possibilidade de sono e insatisfação com o trabalho	12	O trabalho é concebido de forma a atender todos os turnos existentes	Implementar um programa de apoio aos operadores de trabalho em turnos e noturno, de forma a prestar auxílio e educação preventivista ao mesmo e a seus familiares	2	2	1	4

O resumo das possibilidades de melhoria poderá ser computado com a análise comparativa futura, baseada nos indicadores do Quadro 10.

Quadro 10. Tendências da melhoria proposta

Indicadores	Tendência
Gastos com afastamentos < 15 dias	Tender a zero
Gastos com afastamentos > 15 dias	Tender a zero
Gastos com medicamentos	Tender a zero

3.5. APLICAÇÃO DA ETAPA C - CONTROLAR

Para que se assegurem as melhorias observadas, um plano de ação foi elaborado com seus responsáveis e controles futuros, o qual é apresentado no Quadro 11.

A alta direção da empresa garantiu em reunião com o grupo-foco a implantação das melhorias através da padronização do sistema, com a definição de um procedimento operacional.

Quadro 11. Plano de Ação

O que Fazer	Como Fazer
Inserir mais pausas na jornada, podendo ser proposto uma pausa de 10 minutos a cada hora trabalhada. Atividades de Ginástica laboral também podem ser inseridas no início e durante a jornada.	Uma empresa será contratada para que se estude os melhores momentos de inserção de atividades de revezamento. O objetivo será inicialmente avaliar a aptidão física dos empregados e propor um método adequado a cada setor em toda a organização. Serviços de ginástica laboral também serão desenvolvidos por uma empresa especializada, antes do início da jornada e antes do retorno do horário de refeição.
Inserir critérios de conforto na seleção dos EPIs.	Serão avaliados os requisitos de conforto dos EPIs de fornecedores cadastrados pela empresa, de modo a adotar este como requisito em compras futuras
Estudar formas de revezamento de operações em equipamentos de mineração e enriquecimento da tarefa	Os operadores poderão revezar em caminhões de diferentes tipos e funções (outros veículos) na área de mineração.
Implementar um programa de apoio aos operadores de trabalho em turnos e noturno, de forma a prestar auxílio e educação preventivista ao mesmo e a seus familiares	Visitas aos familiares, introdução do assunto em semanas de saúde, subsídios na compra de ar condicionado, dentre outras melhorias serão inseridas a quem trabalha em turnos e a noite.

Aspecto e Perigo na Atividade	Efeito Principal	Nível de Risco	Causa-Raiz do Problema	Conduta Ergonômica	P	G	C	Nível de Risco
Presença de ruído	Desconforto acústico	4	Ruído proveniente do motor do veículo e de outros equipamentos de mineração, inerentes ao processo	Não há outros modos de minimizar o problema atualmente. Devem ser feitos estudos aprofundados de higiene industrial afim de se controlar a exposição ao agente	2	2	1	4
Vibração do equipamento	Desconforto fisiológico de adaptação com possibilidades de problemas circulatórios	4	Vibração proveniente do trajeto do veículo (pista irregular)		2	2	1	4
Partículas inaláveis (poeira)	Desconforto respiratório	4	Poeira proveniente do ambiente de mineração, inerentes ao processo (estrada de terra)		2	2	1	4

4. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

O modelo apresentado parte do pressuposto que a conjugação adequada dos métodos de análise do Lean e do Six Sigma, quando integrados à prática da ergonomia,

permite a aplicação da ergonomia participativa para projetar ambientes seguros, saudáveis, confortáveis e eficientes, tanto na questão ergonômica, quanto na eficiência produtiva do trabalho envolvido, pois melhorar as condições de trabalho poderá significar igualmente a melhoria da produção.

A pesquisa buscou demonstrar a aplicação do método ELSS conforme proposto por Santos (2010) em um caso real, através da implementação de um projeto de melhoria específico, no qual foi abordado o uso das etapas do DMAIC e dos eventos Kaizen, buscando formas de melhoria das condições de trabalho no alvo da avaliação. O trabalho apresenta o estudo de caso de forma detalhada em seu passo a passo, tendo como referência o conhecimento adquirido na literatura e a pesquisa realizada na empresa. Foram demonstrados, através deste, os benefícios em se usar esta metodologia na análise e busca da solução de problemas.

O DMAIC foi utilizado no ELSS como abordagem padrão para a condução dos projetos de melhoria, sendo que, na junção das filosofias Lean Six Sigma, preservou-se esta abordagem para a resolução e estruturação dos problemas. O evento Kaizen pode também ser usado no ELSS. Esta proposição foi validada. Durante a etapa Incrementar, o Kaizen agilizou a proposição das ações de melhoria e, conseqüentemente, os ganhos do projeto ELSS.

Pode-se observar, então, que é possível unir o Lean, Six Sigma e Ergonomia de forma integrada na resolução de problemas. Esta proposição foi validada dentro do escopo de estudo, pois, através do ciclo DMAIC, foi possível utilizar ferramentas do Lean, como mapeamento de processo, brainstorm, Kaizens, 5 por quês, e ferramentas do Six Sigma, como a FMEA, Diagrama de Ishikawa, mapeamento de processo, análise de causa e efeito.

De forma geral, acredita-se que a existência, bem como o processo de geração de um plano de implementação passo a passo, alinhado à realidade da organização, pode resultar em ganhos expressivos e realimentar positivamente o esforço de mudança na gestão ergonômica.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMS, M.; KIEMELE, M.; POLLACK, L.; QUAN, T. Lean Six Sigma: A Tools Guide. Colorado: Air Academy Associates, 2003.
- ANTONY, J.; BANUELAS, R. Key ingredients for the effective implementation of six sigma program. *Measuring Business Excellence*. Coventry, n. 6, p. 20-27, abr. 2002.
- ASBURY, S. ASHWELL, P. Health & Safety, Environment and Quality Audits: A risk-based approach. Butterworth-Heinemann, 2006.
- DUL, J. HAK, T. Case Study Methodology in Business Research. Butterworth-Heinemann, 2007.
- GRANDJEAN, E. Fitting the task to the man, an ergonomic approach. London: Taylor e Francis, 1982.
- HENDRICK, H. W. Good ergonomics is good economics. Santa Monica: Human Factors and Ergonomics Society, 1997.
- HENDRICK, H. W. Good ergonomics is good economics. Santa Monica: Human Factors and Ergonomics Society, 1997.
- MATAMNEY, L.; CORLETT, N. RULA: Rapid Upper Limb Assessment. *Applied Ergonomics*, v. 24, p. 91-99, 1993.
- NAVE, D. How to Compare Six Sigma, Lean and Theory of Constraints: A framework for choosing what's best for your organization. *Quality Progress*, Milwaukee, v. 35, n. 3, p. 72-78, mar. 2002.
- NIOSH – National Institute for Occupational Safety and Health. Applications manual for the revised NIOSH lifting equation. Cincinnati: U.S. Department of Health and Human Services, 1994.
- SANTOS, E.F. Proposta de uma metodologia de análise de riscos ergonômicos utilizando as práticas do lean six sigma. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Metodista de Piracicaba, Piracicaba, SP, 2010.



SANTOS, E.F.; SANTOS, G.F. Análise de Riscos Ergonômicos. São Paulo: Ergo Brasil, 2006.

SNOOK, S. H.; CIRIELLO, V. M. The design of manual handling tasks: revised tables of maximum acceptable weights and forces. *Ergonomics*, v. 34, n. 9, p. 1197-1213, 1991.

VALLEJO, B. Tools of the trade: Lean and Six Sigma. *J Healthc Quality*, v. 31, n. 3, p. 3-4, mai./jun. 2009.

WOMACK, J.; JONES, D. *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. New York: Free Press, 1996.