



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE ARTES E COMUNICAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ERGONOMIA - PPErgo
MESTRADO PROFISSIONAL EM ERGONOMIA

EMANUELA SILVA DE SANTANA

**RISCOS ERGONÔMICOS NA EXTRAÇÃO DE MINÉRIO DE CROMO NA
BAHIA: ANÁLISE E RECOMENDAÇÕES PARA A PROMOÇÃO DA
SAÚDE DOS TRABALHADORES**

Recife
2024

EMANUELA SILVA DE SANTANA

**RISCOS ERGONÔMICOS NA EXTRAÇÃO DE MINÉRIO DE CROMO NA
BAHIA: ANÁLISE E RECOMENDAÇÕES PARA A PROMOÇÃO DA
SAÚDE DOS TRABALHADORES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ergonomia (PPErgo) da UFPE como requisito obrigatório para obtenção do título de Mestre em Ergonomia. Área de concentração: Ergonomia e Usabilidade de Produtos, Sistemas e Produção.

Linha de Pesquisa: Ergonomia e usabilidade do produto e produção.

Orientadora: Prof^a Dr^a Angélica de Souza Galdino Acioly

Recife

2024

.Catalogação de Publicação na Fonte. UFPE - Biblioteca Central

Santana, Emanuela Silva de.

Riscos ergonômicos na extração de minério de cromo na Bahia: análise e recomendações para a promoção da saúde dos trabalhadores / Emanuela Silva de Santana. - Recife, 2024.
87f.: il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Artes e Comunicação, Programa de Pós-Graduação em Ergonomia, 2024.

Orientação: Angélica de Souza Galdino Acioly.

1. Mineração; 2. Saúde ocupacional; 3. Ergonomia. I. Acioly, Angélica de Souza Galdino. II. Título.

UFPE-Biblioteca Central

EMANUELA SILVA DE SANTANA

**RISCOS ERGONÔMICOS NA EXTRAÇÃO DE MINÉRIO DE CROMO NA
BAHIA: ANÁLISE E RECOMENDAÇÕES PARA A PROMOÇÃO DA
SAÚDE DOS TRABALHADORES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ergonomia (PPErgo) da Universidade Federal de Pernambuco como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ergonomia. Área de concentração: Ergonomia e Usabilidade de Produtos, Sistemas e Produção.

Aprovado em: 31/07/2024.

BANCA EXAMINADORA:

Prof^a. Dr^a. Angélica de Souza Galdino Acioly (Orientadora)
Universidade Federal da Paraíba - UFPB

Prof^a. Dr^a. Rosiane Pereira Alves (Examinador Interna)
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

Prof^a. Dr^a. Marina de Lima Neves Barros (Examinador Externo)
Universidade Católica de Pernambuco - UNICAP

AGRADECIMENTOS

Com humildade e coração alegre, agradeço:

A Deus, por me conduzir em minhas ações e pelo discernimento de escolher amá-lo sobre todas as coisas e ainda por não me deixar desistir, apesar dos obstáculos.

Agradeço o Professor Dr. Edgard Thomas Martins, pelas contribuições acadêmicas e acolhimento durante as aulas e orientações de escrita desta dissertação.

Agradeço especialmente a Professora Dra. Angélica de Souza Galdino Acioly, minha orientadora, pelo acolhimento e por aceitar me orientar compartilhando seus conhecimentos e vivências durante esta jornada.

Agradeço todos os professores e colegas de turma pela partilha e construção de conhecimento durante estes dois anos.

Agradeço aos meus colegas de trabalho pela liberação de autorização para realização da pesquisa.

Agradeço minha família, pois este apoio foi fundamental, em especial agradeço ao meu esposo, Yago Coutinho Santana de Castro.

Agradeço a Sandra Barbasa de Araújo, pelo apoio, suporte, carinho, cuidado e sua alegria, você tornou meus dias mais leves e seu carinho com Pérola deixou meu coração tranquilo.

RESUMO

A economia global depende fortemente da mineração, que fornece matérias-primas para inúmeras indústrias. A extração de recursos subterrâneos exige grande esforço dos trabalhadores, expondo-os a diversos riscos físicos, químicos, biológicos e ergonômicos, ameaçando seu bem-estar. Desse modo, este estudo tem como objetivo propor recomendações com vistas à promoção da saúde de operadores de máquinas pesadas envolvidos na extração subterrânea de minério de cromo em uma empresa no Estado da Bahia, a partir da avaliação de riscos ergonômicos. Trata-se de um estudo exploratório-descritivo, com pesquisa de campo de abordagem qualitativa e quantitativa, baseado na Análise Ergonômica Preliminar de Riscos (AEPR). Foram utilizadas pesquisa bibliográfica, aplicação de questionários, observação direta, gravações em vídeo e registros fotográficos. Os instrumentos aplicados incluíram questionário sociodemográfico e de aspectos ocupacionais, Questionário Nórdico Padrão, análise REBA (*Rapid Entire Body Assessment*) e de gravidade dos riscos. A amostra foi composta por 32 operadores de máquinas pesadas, utilizadas no processo de extração subterrânea de cromo, incluindo carregadeira tipo LHD, perfurador *Fandriil*, batedor de choco e robô de jateamento de concreto. Os resultados mostraram que calor, ruído, posturas inadequadas, e dores nos ombros, na região lombar e dorsal são os fatores de risco ocupacionais mais relevantes para a saúde dos operadores. A partir da identificação desses riscos, foram elaboradas recomendações com foco na ergonomia física, como a aquisição e o ajuste de máquinas para melhorar as condições de trabalho e a saúde dos operadores. Além disso, foram propostas ações no âmbito da ergonomia organizacional, incluindo a otimização da distribuição de equipamentos na mina, visando reduzir a exposição ao ruído e ao calor.

Palavras-chave: Mineração; Saúde ocupacional; Ergonomia.

ABSTRACT

The global economy heavily relies on mining, which provides raw materials for numerous industries. The extraction of underground resources demands significant effort from workers, exposing them to various physical, chemical, biological, and ergonomic risks, thus threatening their well-being. Accordingly, this study aims to propose recommendations to promote the health of heavy machinery operators involved in the underground extraction of chromium ore at a company in the state of Bahia, based on an ergonomic risk assessment. This is an exploratory-descriptive study with both qualitative and quantitative field research, grounded in the Preliminary Ergonomic Risk Analysis (PERA). The methodology involved bibliographic research, the application of questionnaires, direct observation, video recordings, and photographic documentation. The tools used included a sociodemographic and occupational aspects questionnaire, the Standard Nordic Questionnaire, REBA (Rapid Entire Body Assessment), and risk severity analysis. The sample comprised 32 heavy machinery operators involved in the underground extraction process, using equipment such as LHD loaders, Fandril drills, roof bolters, and shotcrete robots. The results indicated that heat, noise, poor posture, and pain in the shoulders, lumbar, and dorsal regions are the most significant occupational risk factors for the operators' health. Based on the identification of these risks, recommendations were developed with a focus on physical ergonomics, such as acquiring and adjusting machinery to improve working conditions and operator health. Additionally, actions were proposed in the realm of organizational ergonomics, including optimizing the distribution of equipment in the mine to reduce exposure to noise and heat.

Keywords: Mining; Occupational health; Ergonomics.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Processo para identificação dos riscos e aplicação de alternativas para prevenção de riscos.	22
Figura 2. Registro das pontuações da ferramenta REBA.....	25
Figura 3. Tipos de riscos aos quais profissionais mineração estão expostos durante o trabalho.	28
Figura 4. Distribuição das publicações científicas por ano.....	33
Figura 5. Distribuição das produções científicas por continente.....	33
Figura 6. Distribuição dos tipos de minério explorados	35
Figura 7. Visão geral da mina de extração de cromo	47
Figura 8. Câmara de refúgio da mina.....	48
Figura 9. Fluxograma das etapas de extração de cromo em mina subterrânea.....	49
Figura 10. Fluxograma das atividades selecionadas durante a extração de cromo...50	
Figura 11. Equipamentos pesados envolvidos no processo de mineração subterrânea. A) Carregadeira LDH; B) batedor de choco; C) Carreta de perfuração Fandrill; D) robô de jateamento de concreto Presença de sintomas osteomusculares nos operadores nos últimos 12 meses.....	52
Figura 12. Operadores nos postos de trabalho executando a <i>operação dos</i> pesados envolvidos no processo de mineração subterrânea. A) Carregadeira LDH; B) batedor de choco; C) Carreta de perfuração Fandrill; D) robô de jateamento de concreto. ...	54
Figura 13. Presença de sintomas osteomusculares nos operadores, independente da região anatômica.....	60
Figura 14. Presença de sintomas osteomusculares nos operadores nos últimos sete dias.....	61
Figura 15. Presença de sintomas osteomusculares nos operadores nos últimos 12 meses.....	62
Figura 16. Afastamentos por sintomas osteomusculares nos operadores nos últimos 12 meses.....	64
Figura 17. Força requerida pelos operadores na execução do encaixe das hastes do Fandrill	65

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Artigos selecionados sobre riscos ergonômicos.....	31
Quadro 2. Equipamentos usados e sua função função no processo de extração subterrânea de cromo	51
Quadro 3. Tarefas realizados por operadores de equipamentos pesados frequência e duração.....	53
Quadro 4. Identificação de Perigos e consequências.	59
Quadro 5. Matriz de Risco FMEA (<i>Failure Mode and Effect Analysis</i>)	68

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Ferramentas ergonômicas e instrumentos utilizados na coleta de informações nos estudos selecionados para a revisão sistemática	36
Tabela 2. Regiões do aparelho locomotor afetadas nos trabalhadores	37
Tabela 3. Nível de risco e ação da ferramenta REBA.	44
Tabela 4. Características dos participantes e do trabalho na empresa	566
Tabela 5. Aspectos de dificuldade relatadas pelos operadores de máquinas pesadas utilizadas na extração de cromo	58
Tabela 6. Resultado da aplicação da ferramenta REBA	66

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	13
1.1	PERGUNTA DE PESQUISA	14
1.2	OBJETIVO	15
1.2.1	Objetivo Geral.....	15
1.2.2	Objetivos específicos.....	15
1.3	JUSTIFICATIVA.....	15
1.4	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	17
2.	REFERENCIAL TEÓRICO	19
2.1	PERIGOS E RISCOS EM AMBIENTES DE TRABALHO	19
2.1.1	Normas regulamentares relacionadas aos riscos ocupacionais	20
2.1.2	Avaliação de Riscos	22
2.1.2.1	Métodos e Ferramentas de avaliação de Riscos Ergonômicos	24
2.2	CONSIDERAÇÕES SOBRE O TRABALHO DE MINERAÇÃO	26
2.2.1	Riscos Relacionados ao Trabalho de Mineração	26
2.2.2	Distúrbios Musculoesqueléticos relacionados ao trabalho de mineração	28
2.3	ESTADO DA ARTE	30
3.	PROPOSTA METODOLÓGICA	39
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	39
3.2	AMBIENTE E PROCESSO DE TRABALHO	39
3.3	POPULAÇÃO E AMOSTRA DA PESQUISA	40
3.4	PROCEDIMENTOS	41
3.4.1	Etapa 1 - Pesquisa bibliográfica:	41
3.4.2	Etapa 2 - Análise Ergonômica Preliminar de Riscos (AEPR)	41
3.4.3	Etapa 3 - Análise dos dados	45
3.5	ASPECTOS ÉTICOS DA PESQUISA.....	46
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
4.1	PASSO 1 - LEVANTAMENTO DAS ATIVIDADES/POSTO DE TRABALHO	47
4.1.1	Descrição da empresa e organização do trabalho	47
4.1.2	Descrição do processo de extração do minério	49
4.1.3	Descrição das tarefas desenvolvidas pelos operadores de máquinas pesadas.....	50
4.1.4	Perfil Sócio-demográfico e aspectos ocupacionais	55
4.1.5	Ocorrência de distúrbios musculoesqueléticos relacionados ao trabalho	59

4.2	PASSO 2 - IDENTIFICAÇÃO DOS POSSÍVEIS RISCOS	64
4.2.1	Análise biomecânica	64
4.2.2	Gestão de Riscos: Análise FMEA.....	67
4.3	PASSO 3 - PROPOSTA PARA MINIMIZAR OS RISCOS	70
5.	CONCLUSÕES	72
5.1	PROPOSIÇÃO DE FUTUROS ESTUDOS	72
	REFERÊNCIAS.....	74
	ANEXO A - CARTA DE ANUÊNCIA	79
	ANEXO B -QUESTIONÁRIO NÓRDICO PADRÃO.....	80
	ANEXO C - PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA.....	81
	APÊNDICE A- TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE).....	85
	APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO SÓCIODEMOGRÁFICO E OCUPACIONAL.....	87

1 INTRODUÇÃO

A mineração é uma atividade de extrema relevância para o progresso econômico mundial, uma vez que fornece matéria-prima para diversos setores, abrangendo desde infraestrutura civil e transporte até tecnologia e agricultura. No cenário brasileiro, em 2021, a atividade de mineração registrou faturamento de 339 bilhões de reais contribuindo substancialmente para a economia (IBRAM, 2021). Além disso, desempenhou papel importante na criação de empregos, gerando 5,7 mil vagas diretas. Contudo, a mineração é considerada uma das ocupações industriais mais perigosa, tornando-se essencial adotar abordagens adequadas para assegurar que os benefícios econômicos sejam alcançados de forma sustentável e responsável.

Dentre os minerais explorados no território nacional, destaca-se o cromo, componente indispensável para a produção de ligas metálicas, aço inoxidável, refratários e produtos químicos, considerado um dos mais importantes minerais industriais. A extração desse minério ocorre principalmente no estado da Bahia, que detém cerca de 90% das reservas de cromo do país (IBRAM, 2021). O cromo brasileiro é exportado para mais de 50 países, sendo os principais destinos a China, os Estados Unidos, a Alemanha e a Itália (BRASIL, 2010).

A atividade de extração subterrânea de minério é caracterizada por elevada demanda de esforços dos trabalhadores, que frequentemente são expostos a riscos físicos, químicos, biológicos e ergonômicos, que ameaçam a sua saúde (Robinson *et al.*, 2018). Condições inadequadas de trabalho, movimentação manual de cargas pesadas, posturas inadequadas devido ao design congestionado da cabine das máquinas, movimentos repetitivos, além do manuseio de equipamentos pesados, constituem alguns dos fatores que podem resultar em distúrbios musculoesqueléticos (DME) nos trabalhadores envolvidos na atividade de exploração mineral no subsolo (Kunda *et al.*, 2013; Rabiei, *et al.*, 2021).

No entanto, é importante destacar que, até o momento, há escassez de estudos sobre às posturas de trabalho adotadas pelos operadores de máquinas pesadas na indústria da mineração e a ocorrência de desconforto musculoesquelético (Eger *et al.*, 2014; Kumar *et al.*, 2022; Sharma *et al.*, 2016). A compreensão dessa relação quando se tratar se torna ainda mais desafiadora quando se procura obter informações por meio de métodos de análise postural, como a Avaliação Rápida de Todo o Corpo

“*Rapid Entire Body Assessment* (REBA) (Hignett; Mcatamney, 2000), em conjunto com a avaliação da ocorrência e intensidade de sintomas osteomusculares.

Desse modo, o presente estudo aborda aspectos relacionados aos riscos ergonômicos enfrentados pelos trabalhadores que operam equipamentos complexos usados na extração de minério de cromo. Dentre estes, estão os aspectos relacionados às posturas adotadas pelos trabalhadores durante suas atividades na mineração, a fim de identificar posições inadequadas, repetitivas ou forçadas que possam resultar em sobrecarga muscular e articular. Com base nas informações coletadas serão apresentadas recomendações para mitigar os riscos identificados.

A relevância deste estudo estende-se também ao âmbito empresarial, pois a análise dos riscos ergonômicos e a proposição de medidas de promoção da saúde poderão fornecer subsídios valiosos para a empresa de mineração na implementação de políticas internas de segurança e saúde ocupacional, assegurando melhores condições de trabalho e bem-estar aos colaboradores. Investir em ergonomia no ambiente de trabalho é essencial para promover a saúde e o bem-estar dos colaboradores, aumentar a eficiência e a satisfação no desempenho de suas atividades e reduzir os impactos negativos na produtividade e nos custos para a organização (Souza *et al.*, 2015).

Ao priorizar o conforto e a segurança no local de trabalho, as empresas podem criar um ambiente mais saudável e produtivo, beneficiando tanto os funcionários quanto o sucesso a longo prazo da empresa (Garrido *et al.*, 2013). Portanto, esta pesquisa busca preencher essa lacuna de conhecimento, contribuindo para a identificação e compreensão dos riscos ergonômicos enfrentados pelos trabalhadores, bem como suas repercussões na saúde física.

1.1 PERGUNTA DE PESQUISA

A partir das questões brevemente apresentadas, esta pesquisa buscou responder ao seguinte questionamento: *quais são os principais riscos ergonômicos e as suas repercussões nos operadores de máquinas pesadas envolvidos na extração subterrânea de minério em uma mineradora do Estado da Bahia?*

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Analisar os riscos ergonômicos na atividade de operadores de máquinas pesadas na extração subterrânea de minério de cromo e propor recomendações com vistas à promoção da saúde.

1.1.2 Objetivos específicos

Para atingir o objetivo geral da pesquisa, os seguintes objetivos específicos foram estabelecidos:

- caracterizar o perfil demográfico e aspectos ocupacionais dos operadores de máquinas pesadas na empresa escolhida para a realização da pesquisa;
- realizar a análise detalhada das tarefas desempenhadas por operadores de máquinas pesadas na extração subterrânea de minério de cromo;
- identificar os principais riscos ergonômicos presentes na atividade de extração de minério;
- avaliar as repercussões biomecânicas do trabalho nos operadores de máquinas pesadas na extração de minério de cromo; e
- Identificar a gravidade dos riscos por meio da elaboração da matriz de riscos.

1.2 JUSTIFICATIVA

A atividade de mineração subterrânea envolve riscos ergonômicos para os trabalhadores, devido às condições de trabalho e ao manuseio de equipamentos e cargas. Esses fatores podem resultar em problemas de saúde para os trabalhadores, impactando negativamente tanto sua qualidade de vida quanto sua produtividade (Robinson *et al.*, 2023). Nesse contexto, a realização de pesquisas para analisar os riscos ergonômicos inerentes ao processo de extração subterrânea de minério é fundamental para compreender suas repercussões na saúde do trabalhador, principalmente relacionadas aos problemas biomecânicos.

A identificação dos riscos ergonômicos pode fornecer subsídios para proposição de medidas preventivas e corretivas, visando prevenir as doenças

ocupacionais, lesões e afastamentos do trabalho, e conseqüentemente promover melhorias nas condições de trabalho e bem-estar dos trabalhadores (Kumar *et al.*, 2022). De acordo com a Organização Internacional do Trabalho, os distúrbios musculoesqueléticos representam o grupo predominante de doenças relacionadas ao trabalho em todo o mundo.

A ocorrência de distúrbios musculoesqueléticos varia entre 56% e 75% em diferentes países. Esses distúrbios estão intrinsecamente ligados a diversos riscos presentes no ambiente ocupacional, incluindo cargas físicas de trabalho, como posturas inadequadas e manipulação manual de materiais, além da exposição a vibrações, fatores psicossociais e características individuais (Rabiei, *et al.*, 2021).

Desse modo, ao abordar de forma sistemática os riscos ergonômicos na mineração subterrânea na Bahia e suas implicações na saúde dos trabalhadores, esta pesquisa contribuirá para a criação de um ambiente de trabalho mais seguro, com potencial para beneficiar a empresa, os trabalhadores envolvidos e a sociedade como um todo. Além disso, as medidas propostas poderão ser utilizadas como base para a implementação de políticas internas de segurança e saúde ocupacional na empresa estudada.

Quanto à motivação para a realização desta pesquisa, se deu em razão do meu compromisso com o aprimoramento profissional, especialmente como fisioterapeuta, e no reconhecimento da importância da ergonomia no contexto empresarial. Além disso, a busca pelo bem-estar e conforto dos funcionários, juntamente com a redução de riscos ergonômicos, do absenteísmo e dos custos relacionados a doenças ocupacionais, tem sido uma motivação central para este estudo. O tema escolhido está relacionado com a motivação e as necessidades de um grupo de funcionários em uma empresa de mineração na Bahia, buscando possíveis melhorias e adequações a fim de minimizar o risco ergonômico, a fadiga, o estresse e possíveis alterações da saúde no posto de trabalho dos operadores de máquinas pesadas da empresa.

Em termos aplicados à motivação quanto ao diagnóstico e proposição de melhorias em questão é ratificada por se tratar de uma área de grau de risco 4, onde parte dos riscos ergonômicos estão relacionados além dos aspectos ambientais/químicos, à operação de equipamentos pesados/complexos utilizados na mina subterrânea para extração de minério. Ou seja, pela complexidade da tarefa e ainda as diferentes condições do ambiente de trabalho e ainda diversidade de equipamentos.

1.3 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Para o cumprimento dos objetivos propostos pela pesquisa ora apresentada, o documento da dissertação está estruturado da seguinte forma:

1 – INTRODUÇÃO: apresenta a importância da mineração para a economia global, trazendo dados sobre o faturamento e o número de empregos gerados pelo setor no Brasil. Em seguida ressalta-se o cromo como mineral industrial de ampla aplicação e o fato das reservas brasileiras estarem entre as maiores reservas de cromíferas do mundo, enfatizando a relevância do estado da Bahia na exploração desse minério. Posteriormente é elencada a escassez de estudos que abordem os riscos ocupacionais na extração subterrânea de minérios e suas implicações para a saúde e bem-estar dos trabalhadores, uma vez que são encontrados poucos estudos sobre essa problemática nas bases de dados da literatura especializada. Além disso, destaca-se a relevância das práticas ergonômicas adequadas para um ambiente laboral saudável e a necessidade de propor melhorias diante dos riscos ergonômicos enfrentados pelos operadores de máquinas pesada. Também são apresentados nas subseções a questão de pesquisa, os objetivos e a justificativa do estudo.

2 - REFERENCIAL TEÓRICO: fornece uma síntese da literatura relacionada aos temas da pesquisa, a saber: riscos ocupacionais, posturas de trabalho e métodos de avaliação, trabalho pesados, legislação e riscos, dentre outros. O estado da arte de pesquisas relacionadas à atividade/ambiente de mineração e equipamentos foco desta pesquisa também compõe essa seção.

3 - METODOLOGIA DA PESQUISA: descreve as tipologias da pesquisa realizada, assim como as etapas/instrumentos utilizados para o desenvolvimento de toda a pesquisa, além dos aspectos éticos.

4 – DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA: detalha os resultados dos levantamentos realizados, as avaliações ergonômicas e de riscos, bem como as ferramentas utilizadas e as entrevistas conduzidas in loco. Em seguida, foi realizada a análise crítica dos dados obtidos, resultando na elaboração de proposições para melhorar a saúde e o bem-estar dos colaboradores envolvidos na atividade em questão.

5 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES PARA FUTURAS PESQUISAS: apresenta as conclusões sobre os resultados obtidos na pesquisa, e ainda proposições de melhorias direcionados aos riscos ergonômicos encontrados.

REFERÊNCIAS, ANEXOS E APÊNDICES - apresentam a relação das fontes adotadas na pesquisa, os modelos dos formulários, questionários utilizados, carta de anuência da empresa e parecer do CEP.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 PERIGOS E RISCOS EM AMBIENTES DE TRABALHO

O ambiente de trabalho pode ser o cenário de diversas situações que causam acidentes, os quais, por sua vez, podem resultar em patologias, lesões e, em casos extremos, até mesmo óbito (Gonçalves; Xavier, 2005). Os acidentes representam eventos que afetam negativamente a saúde física e psicológica de um indivíduo, causando traumas e consequências para os envolvidos (Doppler, 2007). Os acidentes podem ocorrer devido a uma série de fatores que englobam desde o planejamento inadequado dos gestores, a falta de organização no ambiente de trabalho, até a sensação de insegurança por parte do trabalhador (Verma; Chaudhari, 2017). Em algumas ocupações, os profissionais enfrentam maior risco de acidentes em sua rotina laboral, como é o caso dos bombeiros, mineradores e policiais (Fitzpatrick, 1980).

A realização de atividades laborais em ambientes considerados perigosos demanda maior atenção do trabalhador e requer a utilização de métodos e equipamentos adequados que proporcionem maior segurança (Parker, 2010). Quando profissionais que trabalham em ambientes com periculosidade se sentem sobrecarregados, as probabilidades de ocorrência de erros e lesões aumentam, devido à tendência a realizar as tarefas de forma apressada e insegura (Mcphee, 2004). Assim, é importante que os trabalhadores estejam plenamente conscientes dos perigos, de forma a evitar negligenciar as possíveis ameaças associadas ao desempenho das atividades, o que poderia conduzir a tomadas de decisão no ambiente de trabalho com sensibilidade diminuída em relação aos riscos (Kunar *et al.*, 2010).

De modo geral, a avaliação de risco tem início com a identificação do perigo (Göransson *et al.*, 2014). Nesse contexto, destaca-se que perigo é uma fonte, situação ou condição que tem o potencial de causar dano, lesão ou doença aos trabalhadores. Pode ser físico, químico, biológico, ergonômico, psicossocial ou de qualquer outra natureza. Já o risco é a probabilidade de que um perigo se materialize em acidente, lesão ou doença, considerando a exposição dos trabalhadores ao perigo (Mahdevari; Shahriar; Esfahanipour, 2014).

Segundo a Norma Regulamentadora Nº 5 (NR-5) (Portaria nº 25, de 29/12/1994), os riscos no ambiente laboral podem ser categorizados como físicos, químicos, biológicos, ergonômicos e acidentais. Consideram-se agentes físicos os variados tipos de energia aos quais os trabalhadores podem estar sujeitos, incluindo ruídos, vibrações, pressões anormais, temperaturas extremas, radiações ionizantes, além de infrassom e ultrassom (Brasil, 1994; Brasil, 1999). Agentes químicos são substâncias, compostos ou produtos que têm a capacidade de ingressar no organismo por meio da respiração, como poeiras, fumos, névoas, neblinas, gases ou vapores, ou que, devido à natureza das atividades de exposição, podem entrar em contato com a pele ou ser absorvidos por ingestão. Os agentes biológicos são representados pelas bactérias, os fungos, os protozoários, os vírus, entre outros.

Por outro lado, os riscos ergonômicos são fatores que podem interferir nas características psicofisiológicas do trabalhador, causando desconforto ou afetando sua saúde. Exemplos de riscos ergonômicos incluem atividades como o manuseio de cargas pesadas, ritmo excessivamente intenso de trabalho, situações monótonas, tarefas repetitivas e posturas inadequadas durante o trabalho e outras situações causadoras de estresse físico e/ou psíquico. Dentro do âmbito laboral, as características psicofisiológicas podem envolver como o trabalhador responde a fatores como estresse, carga de trabalho, interações sociais e ambiente físico. A compreensão dessas características pode ajudar a adaptar as condições de trabalho para proporcionar conforto máximo, segurança e desempenho eficiente (Norma Regulamentadora 17, Brasil, 2002).

Os riscos de acidentes englobam quaisquer elementos que exponham o trabalhador a situações perigosas, com potencial de comprometer sua segurança e seu equilíbrio físico e mental. Exemplos de risco de acidente incluem a ausência de proteção em máquinas e equipamentos, o risco de incêndio e explosão, a disposição inadequada de espaços físicos e o armazenamento impróprio de materiais, entre outras situações (Brasil, 1999).

3.1.1 Normas regulamentares relacionadas aos riscos ocupacionais

As normas desempenham papel fundamental no âmbito da Saúde e Segurança do Trabalho. No contexto brasileiro, duas categorias de normas são relevantes: as NR (Normas Regulamentadoras) e as NBR (Normas Brasileiras). As Normas

Regulamentadoras constituem um conjunto de normas e diretrizes de caráter técnico que tem como objetivo padronizar os processos para elaboração de produtos e serviços no Brasil. Dentre as principais normas regulamentadoras que abordam os riscos ocupacionais, merecem destaque a NR-01, NR-17 e NR-12. No âmbito da atividade de extração mineral, a Norma Regulamentadora nº 22 (NR-22) tem como objetivo estabelecer as medidas preventivas para a realização de atividades nesse setor específico.

A NR 01 fornece orientações sobre a elaboração, implantação e manutenção do Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA), que é um documento essencial para identificar e controlar os riscos ocupacionais presentes nos ambientes de trabalho. Além disso, a norma aborda questões como as responsabilidades dos empregadores e dos trabalhadores, as obrigações legais e os procedimentos para fiscalização e aplicação das normas de segurança e saúde no trabalho.

A NR-17 criada em 1978, representa um marco na prática da ergonomia no ambiente laboral, visando adequar as condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, oferecendo-lhes maior conforto, segurança e desempenho eficiente. A aplicação das diretrizes da NR-17 pode contribuir para reduzir a incidência de lesões ocupacionais, como os distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho, e melhorar a qualidade do ambiente de trabalho em geral (CARMO *et al.*, 2019).

A NR 12 estabelece requisitos mínimos para a segurança no uso de máquinas e equipamentos diversos. O objetivo principal dessa NR é garantir a proteção dos trabalhadores contra riscos de acidentes e doenças ocupacionais relacionados às atividades envolvendo esses dispositivos. A NR 12 abrange uma variedade de aspectos, como instalação, operação, manutenção, inspeção, medidas de proteção, capacitação dos trabalhadores e sinalização. Pode ser aplicada a todas as etapas de utilização das máquinas e equipamentos, visando proporcionar um ambiente de trabalho seguro e saudável.

Como forma de melhorar a saúde e segurança dos profissionais em atividade de mineração, devem ser tomadas precauções durante o trabalho e conscientização dos mineradores sobre as possibilidades dos riscos. No Brasil, a NR 22 estabelece medidas preventivas para o trabalho no setor mineral, buscando reduzir os riscos de acidentes e de doenças mediante as atividades dos trabalhadores no setor de mineração subterrânea (NR 22, 2019). Implementar ações que adequem o serviço ao

trabalho na mineração contribui com a segurança e a satisfação do trabalhador e aumento da confiança no ambiente laboral.

2.3.2 Avaliação de Riscos

Em termos gerais, a avaliação dos riscos no ambiente laboral deve envolver os trabalhadores em diversos níveis hierárquicos dentro da empresa, contribuindo para a valorização da cultura de segurança no ambiente de trabalho (Areb *et al.*, 2023). No processo de identificação de riscos, as etapas de contribuição para os funcionários compreendem a identificação e avaliação do risco, propostas de intervenção, seguido por implementação e monitoramento das mudanças (Figura 1) (Rodríguez-Ruíz *et al.*, 2020).

Figura 1. Processo para identificação dos riscos e aplicação de alternativas para prevenção de riscos.



Fonte: Adaptado de Rodríguez-Ruíz *et al.* (2020).

De acordo com Aersa e Sznalwar (2019) a análise do ambiente ocupacional e a implementação de adaptações ergonômicas podem reduzir as chances de acidentes para os trabalhadores. A ergonomia é definida pela Associação Internacional de Ergonomia (IEA) como “a disciplina científica preocupada com a compreensão das interações entre seres humanos e outros elementos de um sistema, a fim de otimizar o bem-estar humano e o desempenho geral do sistema” (*International Ergonomics Association*, 2019). Nesse sentido, a abordagem ergonômica busca mitigar os potenciais riscos ocupacionais e de acidentes a partir da compreensão de como os trabalhadores realizam suas atividades, eliminando um processo que possa representar perigo.

A identificação dos problemas ergonômicos em ambientes de trabalho com alto risco de acidentes requer uma análise abrangente e detalhada (OWEN, 2000). Devem ser levados em consideração as atividades e tarefas executadas pelos trabalhadores no ambiente em questão, as condições físicas do ambiente, incluindo o *layout* do espaço, a disposição dos equipamentos e ferramentas, iluminação, temperatura e

níveis de ruído, a análise registros de acidentes, lesões e doenças ocupacionais, o acompanhamento dos fluxos de trabalho e os processos executados (Jorgensen e *tal.*, 2007; Laperuta *et al.*, 2018). Além de informações que podem ser transmitidas pelos trabalhadores sobre as dores e desconfortos enfrentados no trabalho.

Nesse contexto, a Análise Ergonômica Preliminar constitui uma etapa fundamental na identificação e abordagem de questões ergonômicas no ambiente laboral, fornecendo subsídios para a implementação de medidas preventivas e corretivas visando ao bem-estar e à saúde dos trabalhadores. Análise Ergonômica Preliminar (AEP) passou a ser empregada a partir de 2020, após a revisão da Norma Regulamentadora 1 (NR1) do Ministério do trabalho. Tal atualização transformou a NR1 em um sistema de gestão em segurança e saúde ocupacionais, necessário para o atendimento das demandas da área dentro da empresa (Veronesi Junior; Massola, 2021).

A AEP deve identificar e avaliar os riscos ergonômicos, classificando-os em uma escala de prioridade, identificando a gravidade dos perigos e riscos, juntamente com a sua chance (ou probabilidade) de ocorrência. Todos os controles de engenharia e administrativos tomados pela empresa para eliminar ou mitigar os riscos também devem estar no AEP, e a maneira pela qual os trabalhadores e as trabalhadoras estão participando das decisões tomadas também deve estar clara. Perigos e lesões devem ser descritos, possíveis fontes devem ser identificadas e o nível de risco deve ser apontado. Isso deve ser tratado usando uma combinação de gravidade e probabilidade ou chance de ocorrência. Um plano de ação deve ser estabelecido após esta avaliação. Caso algum perigo ou risco necessite de uma investigação mais complexa para sua identificação ou solução do problema, deve-se proceder a uma análise mais aprofundada, denominada de Análise Ergonômica do Trabalho (AET). Assim, a AET só será necessário se o AEP não for suficiente para identificar perigos ou soluções (Veronesi Junior; Massola, 2021).

Ainda de acordo com Veronesi Junior; Massola (2021), matrizes de risco são instrumentos empregados na identificação das probabilidades associadas a determinados eventos e seus consequentes impactos ou severidades. Essas matrizes são utilizadas como ferramentas de gerenciamento de riscos em diferentes contextos, visando à mitigação e controle dos potenciais riscos envolvidos. Geralmente, as matrizes de risco consistem em uma tabela ou matriz com duas dimensões: a probabilidade (ou frequência) de ocorrência dos eventos em um eixo e o impacto (ou severidade) dos eventos no outro eixo. Cada célula da matriz é preenchida com uma classificação que reflete o grau de risco associado à combinação da probabilidade e

do impacto. Essas classificações podem ser representadas por cores, números ou outras formas de codificação, dependendo da preferência e da metodologia adotada.

O uso das matrizes de risco permite a priorização de ações e recursos com base nos eventos de maior risco. Isso ajuda na tomada de decisões informadas sobre como gerenciar e mitigar os riscos, concentrando-se nas áreas em que a probabilidade e o impacto são mais significativos. Além disso, as matrizes de risco são úteis para a comunicação com as partes interessadas, já que proporcionam uma visão clara e concisa da situação de risco.

A abordagem ergonômica do ambiente laboral também pode envolver ferramentas específicas de avaliação, como *check lists*, questionários e análises biomecânicas podem ajudar a identificar fatores de risco. Principalmente em relação às posturas inadequadas, esforços excessivos e movimentos repetitivos que podem comprometer o desempenho no trabalho e reduzir o bem-estar dos trabalhadores (Michalowski; Trzaskos, 2017).

2.3.2.1 Métodos e Ferramentas de avaliação de Riscos Ergonômicos

A fim de atender ao foco desta pesquisa, a saber os riscos ergonômicos, esta seção apresentará possibilidades de métodos e ferramentas voltadas à avaliação destes riscos.

Ao revisar a pesquisa ergonômica é possível identificar vários estudos se dedicaram à análise detalhada da postura corporal dos trabalhadores. Dentro desse escopo, existe uma ampla variedade de ferramentas de avaliação à disposição dos pesquisadores, das quais se destacam a ferramenta REBA (*Rapid Entire Body*), RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*), OWAS (*Ovako Working Posture Analysis System*) e o Questionário Nórdico Musculoesquelético (NMQ) (ASGHARI *et al.*, 2019).

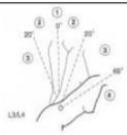
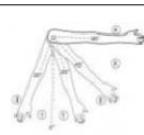
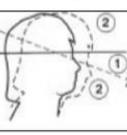
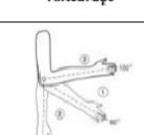
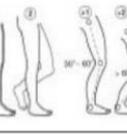
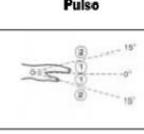
Estas ferramentas são validadas e utilizadas em avaliações em diferentes locais de trabalho, seja como ferramenta de triagem ou incorporada às avaliações ergonômicas mais abrangentes, que consideram fatores epidemiológicos, físicos, psicológicos, ambientais e organizacionais em relação aos riscos de DME (Mcatamney; Corlett, 1993; Hignett; Mcatamney, 2000). Uma das ferramentas mais tradicionais de avaliação postural, é a OWAS, que foi desenvolvida em 1970, sendo utilizado para indicar e classificar as posturas de trabalho que podem representar

riscos ergonômicos para os trabalhadores. O uso da ferramenta OWAS requer uma análise postural baseada no tempo (Sakinala; Paul; Chandrakar, 2022). O tempo durante o qual os trabalhadores individuais estão trabalhando em uma determinada postura deve ser medido. Com base nessas medições, conclui-se a nocividade de determinadas posturas de diferentes partes do corpo para trabalhadores individuais (Cardoso Júnior, 2002).

McAtamney; Corlett (1993) introduziram o método destinado à avaliação rápida dos possíveis danos aos membros superiores decorrentes da postura adotada, que é amplamente conhecido como ferramenta RULA. Esta ferramenta possibilita a avaliação da postura do pescoço, tronco e membros superiores (incluindo braço, antebraço e mãos), e o subsequente relacionamento com a atividade muscular demandada e a carga externa à qual o corpo está exposto.

Por outro lado, a aplicação da REBA permite realizar a avaliação preliminar do grau de carga enfrentado pelas diferentes partes do corpo, incluindo membros superiores, membros inferiores, tronco e cabeça, durante a execução de tarefas laborais, de maneira rápida e sem a necessidade de equipamentos especializados (Mcatamney; Corlett, 1993; Hignett; Mcatamney, 2000). A ferramenta REBA foi proposta por Hignett e Mcatamney (2000), com intuito de atender a avaliação de posturas e dos potenciais problemas musculoesqueléticos relacionados às atividades laborais. A Figura 2 apresenta como é feito o registro das pontuações na ferramenta REBA.

Figura 2. Registro das pontuações da ferramenta REBA

Tronco	Movimento	Pontuação	Alterações à pontuação	Braço	Posição	Pontuação	Alterações à pontuação
	Erecto	1	+1 se houver rotação ou flexão lateral do tronco		Extensão 20° a flexão 20°	1	+1 de houver adução ou rotação de braço +1 se elevar o ombro -1 se apoiado suportando o peso do braço
	Flexão 0°-20° Extensão 0°-20°	2			Extensão > 20° Flexão 20°-45°	2	
	Flexão 20°-60° Extensão >20°	3			Flexão 45°-90°	3	
	Flexão >60°	4			Flexão >90°	4	
Pescoço	Movimento	Pontuação	Alterações à pontuação	Antebraço	Movimento	Pontuação	Alterações à pontuação
	Flexão 0°-20°	1	+1 se houver rotação ou flexão lateral do pescoço		Flexão 60°-100°	1	
	>20° Flexão ou Extensão	2			Flexão < 60 Flexão > 100°	2	
Pernas	Posição	Pontuação	Alterações à pontuação	Pulso	Movimento	Pontuação	Alterações à pontuação
	Peso bilateral, andando ou sentado	1	+1 se a flexão dos joelhos entre 30° e 60° +2 se a flexão dos joelhos >60° (apenas em pé)		Flexão/extensão 0° - 15°	1	+1 se houver desvio ou rotação do pulso
	Peso unilateral ou postura instável	2			Flexão/extensão >15°	2	

Fonte: Santos (2020)

A ferramenta REBA é derivada da RULA e OWAS, permite avaliar a posição do corpo, os esforços musculares exigidos, as cargas suportadas e outros fatores ergonômicos relevantes (Cardoso Júnior, 2002). Com base na análise desses elementos, é atribuída uma pontuação que indica o grau de risco envolvido na tarefa. Essa pontuação auxilia na tomada de decisões sobre intervenções e melhorias ergonômicas necessárias para reduzir os riscos e promover um ambiente de trabalho mais seguro e saudável (Hignett; Mcatamney, 2000).

A avaliação postural deve ser vista como parte importante da avaliação ergonômica global. No entanto, é fundamental considerar outros fatores, pois os resultados obtidos apenas com essas ferramentas não são suficientes para definir quando e como intervir no ambiente de trabalho (Cardoso Junior, 2006). Essas ferramentas ajudam a orientar as tarefas e a priorizar as ações. Para obtenção de uma avaliação mais completa e confiável, é necessário usar outras ferramentas de avaliação ergonômica em conjunto com os métodos mencionados.

A aplicação dos princípios da ergonomia na atividade da mineradora é relevante para assegurar a segurança, a saúde e o bem-estar dos profissionais. É imprescindível que esses princípios sejam considerados na concepção dos postos de trabalho, na seleção dos equipamentos e materiais, na organização do trabalho, bem como no treinamento e capacitação dos profissionais. O treinamento capacita os profissionais a identificar e corrigir condições de trabalho que podem resultar em lesões e doenças ocupacionais. Além disso, os profissionais são orientados a adotar posturas corretas, utilizar os equipamentos adequadamente e reconhecer sinais de fadiga e estresse.

2.4 CONSIDERAÇÕES SOBRE O TRABALHO DE MINERAÇÃO

2.4.1 Riscos Relacionados ao Trabalho de Mineração

A extração mineral está entre os setores responsáveis por movimentar a economia no Brasil, empregando cerca de 385 mil trabalhadores em 2021 (ANM, 2022). A partir da atividade de mineração é possível obter diversos minérios com empregabilidade comercial e tecnológica, promovendo benefícios por meio da construção civil, de meios de comunicação, de bens eletrônicos, entre outros serviços

que contribuem para a melhoria da vida em sociedade (Silva, 2023).

Apesar do potencial econômico, a mineração está entre as ocupações mais perigosas, expondo os trabalhadores a riscos químicos, físicos, biológicos e ergonômicos, além de estressores psicossociais (Santos *et al.*, 2017). Os riscos químicos enfrentados pelos trabalhadores da mineração incluem a exposição a poeira, gases tóxicos e metais pesados (Morais *et al.*, 2012). A poeira ocupacional é um dos principais perigos, pois pode causar uma série de problemas respiratórios graves ao ser inalada continuamente (Souza *et al.*, 2010). Metais pesados, como chumbo, mercúrio, cádmio e cromo, dependendo do tipo específico de mineração, representam um risco significativo (Zhang *et al.*, 2024). Os riscos biológicos podem resultar na exposição a agentes patogênicos que causam doenças graves, como pneumoconiose e enfisema (Robinson *et al.*, 2023).

Os riscos físicos no trabalho de extração de minérios incluem principalmente, calor, ruído e vibração, o que pode contribuir para o estresse físico e problemas de saúde a longo prazo. Condições ambientais extremas, como a exposição a calor e ruído intenso, são comuns em minas subterrâneas e podem levar a exaustão. Além disso, a vibração constante de equipamentos e máquinas pesadas pode causar danos musculoesqueléticos e neurológicos (Balogun; Smith, 2020).

Os riscos ergonômicos referem-se a qualquer condição ou fator no ambiente de trabalho que possa causar desconforto, lesões ou problemas de saúde aos trabalhadores devido à interação inadequada entre o indivíduo e o sistema de trabalho (Zhang *et al.*, 2024). Na mineração esses riscos podem surgir de diversas fontes, incluindo, mas não se limitando a:

- posturas Inadequadas: Trabalhar em posições que forcem o corpo a desviar-se da sua postura natural, como inclinar-se, torcer-se ou manter-se em posições estáticas por longos períodos;
- movimentos repetitivos: Realizar as mesmas ações de forma contínua e frequente, pode levar ao desgaste de músculos, tendões e nervos;
- força excessiva: Necessidade de aplicar força significativa para realizar tarefas, o que pode sobrecarregar músculos e articulações;
- ferramentas e equipamentos inadequados: Utilizar ferramentas que não são projetadas ergonomicamente ou que são inadequadas para a tarefa em questão; e

- ambiente de trabalho mal projetado: Espaços de trabalho que não consideram os princípios ergonômicos, levando a uma má organização e acessibilidade dos equipamentos e materiais necessários.

A diversidade de fontes de perigo na mineração torna o reconhecimento dos riscos fundamental para a prevenção de lesões, a melhoria da saúde ocupacional e o aumento da produtividade dos trabalhadores (Naeini; Badri, 2023). A Figura 3 resume os principais riscos enfrentados pelos trabalhadores de mineração.

Figura 3. Tipos de riscos aos quais profissionais mineração estão expostos durante o trabalho.



Fonte: Adaptado de Morais *et al.* (2012); Garrido; Hunt (2013); Sousa *et al.* (2015).

Além disso, é importante destacar os desafios relacionados à ocorrência de acidentes, que podem ser mais frequentes durante as fases de carregamento e transporte, bem como na análise de estabilidade e controle de estratos em mineração subterrânea (Kunar *et al.*, 2010). Outros riscos incluem a ameaça de combustão espontânea, estouros e explosões. Esses eventos podem resultar em graves consequências para os trabalhadores, como lesões, invalidez ou fatalidades, e para as empresas de mineração, gerando paralisações, interrupções nas operações e danos aos equipamentos, entre outras implicações negativas.

2.4.2 Distúrbios Musculoesqueléticos relacionados ao trabalho de mineração

Os distúrbios musculoesqueléticos (DME) são comumente encontrados em trabalhadores do setor de extração de minérios (Balogun; Smith, 2020). O termo DME

abrange uma série de sintomas e lesões inflamatórias ou degenerativas que afetam o sistema musculoesquelético, incluindo pescoço, costas, membros superiores e inferiores. Esses distúrbios envolvem estruturas como tendões, músculos, ligamentos, articulações e discos intervertebrais (Rabiei *et al.*, 2021). Os sintomas e lesões frequentemente resultam de danos provocados por atividades laborais repetitivas, levantamento de cargas pesadas, permanência prolongada em posturas desconfortáveis e execução de tarefas em posições fixas ou inadequadas. (Garosi *et al.*, 2019).

A dor lombar é um dos problemas mais relatados na literatura por trabalhadores de mineração (Skandfer *et al.*, 2014; Souza *et al.*, 2015; Custodio *et al.*, 2016), causado pelo levantamento de cargas pesadas (Morais *et al.*, 2012) ou pelo trabalho com as costas flexionadas e sem apoio (Kunda *et al.*, 2013). Também ocorrem dores em outras partes do corpo, como nos joelhos, pescoço, ombros e cotovelos (Balogun; Smith, 2020). Em minas mecanizadas, o *design* das máquinas desempenha um papel importante no conforto dos trabalhadores, nesses casos a postura inadequada é um fator importante na avaliação do conforto dos trabalhadores (Upadhyay *et al.*, 2022).

Os resultados de estudos conduzidos com operadores de máquinas pesadas em minas subterrâneas revelaram que as posturas de trabalho são nitidamente prejudiciais ao aparelho locomotor (Eger *et al.*, 2014; Kumar *et al.*, 2022). Desse modo, as empresas de mineração devem investir em máquinas, ferramentas, processos e treinamento que reduzam os fatores de risco para lesões nos profissionais.

Trabalhadores de minas subterrâneas na Zâmbia apresentaram lesões relacionadas ao trabalho, especialmente nos punhos, mãos, região lombar e pescoço (Kunda *et al.*, 2013). Na República do Congo, os mineiros relatam queixas predominantes na região lombar, quadris, coxas e ombros (Okello *et al.*, 2020). No Paquistão, escavadores de minas subterrâneas de carvão apresentam lesões musculares principalmente nos membros superiores, devido à força aplicada, à repetição de movimentos e à falta de pausas durante longos períodos de trabalho (Ijaz *et al.*, 2020b).

O trabalho com mineração também envolve riscos físicos relacionados às vibrações que são geradas pelas ferramentas e máquinas a motor utilizadas durante o trabalho (Balogun; Smith, 2020). As vibrações podem afetar um membro ou mesmo todo o corpo, reduzindo o desempenho e a saúde do profissional (Cattabriga; Castro, 2014). Algumas dessas atividades, como o trabalho de britagem, necessitam do uso

de força por muito tempo, geralmente causando desconforto em várias partes do corpo (Balogun; Smith, 2020).

Fatores psicossociais como a pressão por produtividade, o estresse e a falta de autonomia no trabalho, podem contribuir para o desenvolvimento de DME, e conseqüentemente na menor eficiência e produtividade, bem como maior suscetibilidade aos riscos (Verma; Chaudhari, 2017). Por meio de uma análise detalhada dos acidentes com mineradores na Índia, foi possível compreender que os principais erros foram baseados na falta de habilidade e na tomada de decisão, independente da experiência do profissional e das horas trabalhadas (Verma; Chaudhari, 2017). Esses dados mostram que os trabalhadores precisam estar sempre atentos no momento de trabalho, o que pode levar ao cansaço mental.

2.5 ESTADO DA ARTE

Para a construção do estado da arte desta pesquisa foi realizada uma revisão sistemática sobre a mineração subterrânea e os fatores de risco ocupacionais com ênfase em distúrbios biomecânicos. De acordo com Kitchenham (2004) a revisão sistemática da literatura pode ser definida como um método que, a partir de uma pergunta de pesquisa, um campo de estudos ou fenômeno de interesse, permite ao pesquisador, identificar e interpretar de forma abrangente os estudos relevantes. Os estudos que contribuem para a realização de uma revisão sistemática, são chamados de estudos primários, enquanto a revisão sistemática em si é um estudo secundário.

A revisão foi conduzida por meio de pesquisa nos bancos de dados de Scopus, PUBMED e *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), considerando os artigos publicados entre 2000 e 2022. Os descritores “mineração subterrânea”, “riscos ocupacionais” “distúrbios musculoesqueléticos” foram utilizados de forma combinada. Para a combinação entre os descritores, utilizou-se os conectores booleanos OR/AND, conforme apropriado.

Os critérios de inclusão para seleção dos artigos foram artigo científico, textos *online* na íntegra, publicações de 2000 a 2022 e independentemente do idioma. Foram excluídos artigos repetidos em mais de uma base de dados (mantendo-se apenas uma ocorrência), assim como revisões de literatura, sistemáticas, metanálises ou integrativas, e artigos que não contemplavam dados de riscos ocupacionais na mineração.

A princípio, foram encontrados 38 artigos. Após leitura dos resumos, 14 foram excluídos por não terem relação com o tema de distúrbios musculoesqueléticos, 6 por apresentarem duplicidade, 2 por se tratar de revisão sistemática, 4 por tratar da extração subterrânea manual. Em seguida, foi realizada a leitura na íntegra dos artigos selecionados, os quais foram sumarizados segundo o título do artigo, ano, objetivo, local do estudo, tipo de pesquisa, amostra, tipo de minério explorado, instrumentos utilizados para verificar os riscos ergonômicos, riscos ergonômicos encontrados, desfecho/ prevalência ou incidência de lesões no aparelho locomotor.

Para essa revisão foram selecionadas 12 publicações que atenderam aos critérios de elegibilidade, sendo a maioria composta por estudos transversais, cujo tamanho das amostras variou entre 12 e 3.530. Os resultados compilados da pesquisa nas bases de dados (Título, identificação dos autores e ano de publicação, país, tamanho da amostra e minério extraído) estão resumidos no Quadro 1.

Quadro 1. Artigos selecionados para revisão

Autor(es)/ano	Título	Objetivo	País/amostra	Minério
Kumar <i>et al.</i>, 2010	A matched case-control study Of occupational injury in underground coalmine workers	Avaliar os riscos relacionados ao trabalho e fatores individuais/estilo de vida com lesões entre mineiros de carvão subterrâneos.	Índia 245 mineiros com lesão 245 controle	Carvão
Kunda <i>et al.</i>, 2013	Prevalence and ergonomic risk factors of work-related musculoskeletal injuries amongst underground mine workers in Zambia	Determinar a prevalência e os fatores de risco ergonômicos associados a lesões musculoesqueléticas entre trabalhadores de minas subterrâneas em Kitwe, Zâmbia	Zâmbia 500 Mineiros	Ignorado
Eger <i>et al.</i>, 2014	Vibration induced white-feet: Overview and field study of vibration exposure and reported symptoms in workers	Identificar as características da vibração transmitida pelos pés e discutir o risco associado de lesão induzida por vibração.	Canadá 27 Operadores de máquinas	Níquel e Ouro

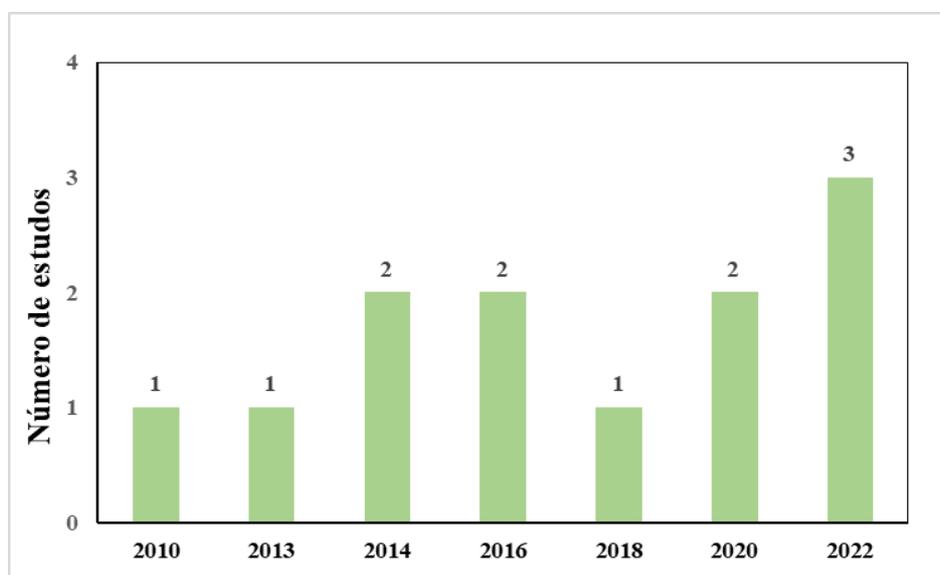
Skandfer <i>et al.</i>, 2014	Low back pain among mineworkers in relation to driving, cold environment and ergonomics.	Estudar a associação entre dor lombar e exposição a baixas temperaturas, roupas molhadas, levantamento de peso e vibração de corpo inteiro.	Noruega 3.530 participantes Mineração à céu aberto e subterrânea.	Apatita
Aghilinejad <i>et al.</i>, 2016	Musculoskeletal Disorders among Iranian Coal Miners at 2014.	Avaliação da prevalência de DME entre mineiros iranianos de carvão e suas relações com dados de idade, experiência de trabalho e índice de massa corporal.	Irã 505 Participantes	Carvão
Sharma <i>et al.</i>, 2016	Rationalising postural demand of side discharge loading machine operators with respect to musculoskeletal pain and discomfort in underground coal mines in India.	Avaliar a demanda postural de operadores de SDL em relação ao desconforto e DME	Índia 12 Participantes	Carvão
Dobson <i>et al.</i>, 2018.	How do we fit underground coal mining work boots?	Avaliar o ajuste e o conforto das botas de trabalhadores de mineração subterrânea de carvão e relacionar com problemas relatados nos pés, dor nos membros inferiores e dor lombar.	Austrália 197 Mineiros	Carvão
Ijaz <i>et al.</i>, 2020	Risk Factors Associated with the Prevalence of Upper and Lower Back Pain in Male Underground Coal Miners in Punjab, Pakistan.	Avaliar os distúrbios da coluna vertebral em associação com fatores pessoais e ocupacionais em trabalhadores de mina subterrânea de carvão.	Paquistão 260 trabalhadores	Carvão
Rodríguez-Ruiz <i>et al.</i>, 2020	Procedure for Preventing Musculoskeletal Disorders: Application to Underground Mining Works.	Propor um procedimento para evitar DME a partir da participação ativa dos trabalhadores de uma mina subterrânea no Peru.	Peru 64 Operadores de máquinas	Ignorado
Kumar <i>et al.</i>, 2022	Whole-Body Vibration Exposure vis-à-vis Musculoskeletal Health Risk of Dumper Operators Compared to a Control Group in Coal Mines.	Avaliar o risco relativo à saúde musculoesquelética da exposição dos operadores de Dumper à vibração de corpo inteiro com referência ao grupo não exposto.	Índia 110 Operadores de dumper 110 Controle	Carvão

Upadhyay et al., 2022	Association between Whole- Body Vibration exposure and musculoskeletal disorders among dumper operators: A case-control study in Indian iron ore mines.	Avaliar a exposição à Vibração de Corpo Inteiro na vida profissional e sua associação com DME entre operadores de dumper em minas subterrâneas.	Índia 65 operadores de dumper 65 trabalhadores de escritório (Caso controle)	Ferro
Sakinala, Paul, Chandrakar, 2022	Assessment of Work Postures and Physical Workload of Machine Operators in Underground Coal Mines.	Identificar DME e fadiga de mineiros avaliando as posturas inadequadas e a carga de trabalho.	16 operadores de máquinas	Carvão

Fonte - Dados obtidos a partir da pesquisa (2023)

Os estudos científicos originais examinados foram publicados no período entre 2010 e 2022. A maior concentração de publicações (n=3) ocorreu em 2022, conforme demonstra a Figura 4.

Figura 4. Distribuição das publicações científicas por ano

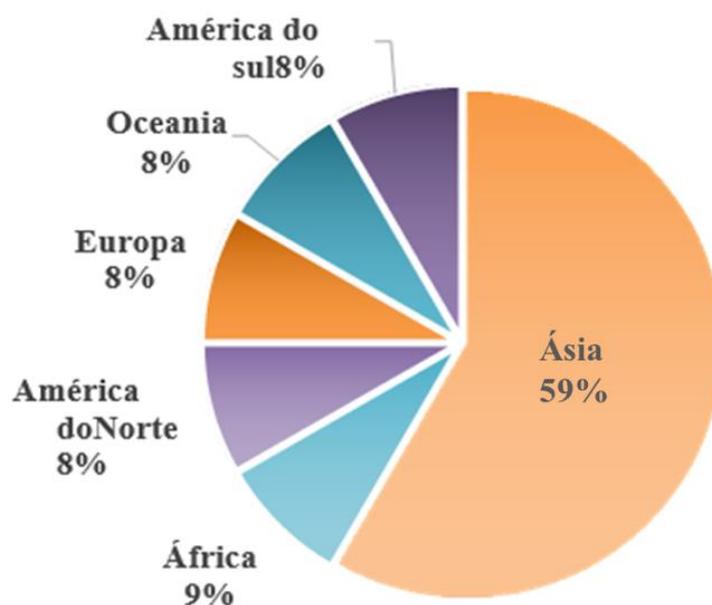


Fonte - Dados obtidos a partir da pesquisa (2023)

A Figura 5 apresenta a distribuição da produção científica levando em consideração regiões geográficas. Observa-se que a maior parte das publicações é resultados de estudos realizados na Ásia (n=7; 59%), seguida pela África (n=01; 9%), América do Norte, América do Sul, Europa e Oceania (n=01; 8%) cada. Esse achado

sugere que regiões com mais recursos e infraestrutura de pesquisa, como a Ásia e países desenvolvidos na América do Norte e Europa, tendem a produzir mais estudos científicos devido a melhores condições para pesquisa, financiamento e equipamentos.

Figura 5. Distribuição das produções científicas por continente

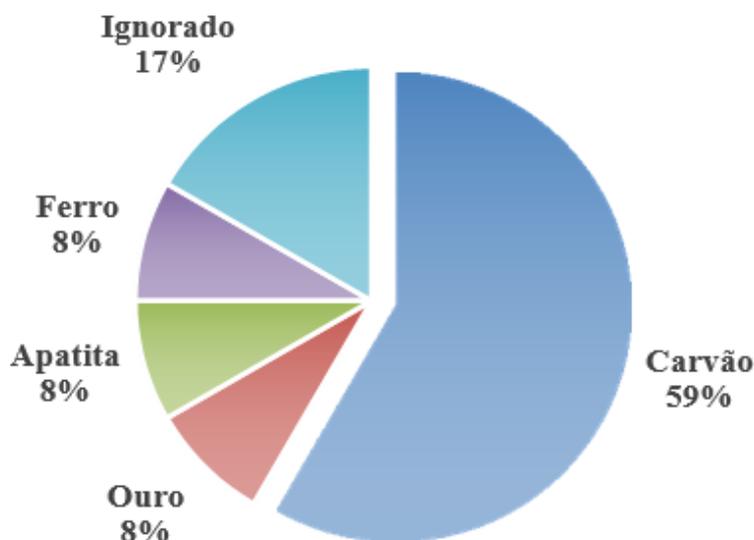


Fonte: Dados obtidos a partir da Pesquisa (2023)

Em relação os minérios extraídos, foi possível observar que a maioria dos estudos ($n=7$; 59%) foram conduzidos em minas subterrâneas para extração de carvão. Além de carvão mineral, também foram relatadas extração, ferro, apatita e ouro (Figura 6). Dois estudos não mencionaram o tipo de minério extraído, e a esses casos foi atribuído minério ignorado.

Dos minérios mencionados, o ferro é considerado um metal pesado. No entanto, é importante observar que a classificação de "metais pesados" é frequentemente associada a elementos como chumbo, mercúrio, cádmio e arsênio, que são conhecidos por sua toxicidade e potencial para causar danos à saúde e ao meio ambiente.

Figura 6. Distribuição dos tipos de minério explorados



Fonte: Dados obtidos a partir da pesquisa (2023)

Considerando a abordagem metodológica empregada na coleta de dados, de modo geral, os estudos elegíveis para esta revisão objetivaram avaliar a prevalência de disfunções no sistema musculoesquelético como dores ou desconfortos. Além disso, procuraram estabelecer associações com variáveis que abrangeram tanto características pessoais dos trabalhadores (como idade, sexo, histórico médico), como também aspectos do ambiente em que trabalham (como equipamentos de proteção, temperatura, vibração) e das atividades laborais (como postura, movimentos repetitivos).

Para avaliar as condições ergonômicas no ambiente de trabalho e identificar os riscos ergonômicos que afetam o sistema musculoesquelético dos trabalhadores da mineração, os estudos avaliados empregaram ferramentas ergonômicas em conjunto com outras abordagens de avaliação. Dos 12 artigos considerados nesta revisão, cinco artigos empregaram a aplicação de questionários destinados à identificação de desconfortos e dores no sistema musculoesquelético. O Questionário Nórdico, ferramenta que avalia problemas e sintomas relacionados ao sistema musculoesquelético em ambientes de trabalho também foi utilizado em cinco artigos (Tabela 1). Questionários sobre o perfil sociodemográfico dos participantes foram aplicados em sete estudos.

Tabela 1. Ferramentas ergonômicas e instrumentos utilizados na coleta de informações nos estudos selecionados para a revisão sistemática

Métodos e Ferramentas	Amostra	Estudos
Questionário sociodemográfico	7	Kumar <i>et al.</i> , 2010; Kunda <i>et al.</i> , 2013; Aghilinejad <i>et al.</i> , 2016; Dobson <i>et al.</i> , 2018; Ijaz <i>et al.</i> , 2020; Upadhyay <i>et al.</i> , 2022; Kumar <i>et al.</i> , 2022
Questionário para avaliar dor e desconforto	5	Eger <i>et al.</i> , 2014; Skandfer <i>et al.</i> , 2014; Sharma <i>et al.</i> , 2016; Dobson <i>et al.</i> , 2018; Ijaz <i>et al.</i> , 2020
Questionário Nórdico Osteomuscular	5	Skandfer <i>et al.</i> , 2014; Aghilinejad <i>et al.</i> , 2016; Ijaz <i>et al.</i> , 2020; Upadhyay <i>et al.</i> , 2022; Kumar <i>et al.</i> , 2022
Ferramenta RULA	1	Upadhyay <i>et al.</i> , 2022
Ferramenta REBA	1	Rodríguez-Ruíz <i>et al.</i> , 2020
Ferramenta ERIN	1	Rodríguez-Ruíz <i>et al.</i> , 2020
Ferramenta OWAS	1	Sakinala; Paul; Chandrakar, 2020
Lista de verificação do membro superior Core QX	1	Kumar <i>et al.</i> , 2010
Questionário de Avaliação da Organização do Trabalho	1	Ijaz <i>et al.</i> , 2020
Avaliação da vibração	3	Eger <i>et al.</i> , 2014; Kumar <i>et al.</i> , 2022; Upadhyay <i>et al.</i> , 2022
Acelerômetro	1	Eger <i>et al.</i> , 2014
Sistema de escaneamento dos pés	1	Dobson <i>et al.</i> , 2018

Fonte: Dados obtidos a partir da pesquisa (2023)

As ferramentas ergonômicas REBA, RULA, ERIN e OWAS que são frequentemente utilizados em estudos de avaliação postural foram usadas nos estudos avaliados. Devido às distintas abordagens dos estudos, visando estabelecer conexões com os fatores que influenciam a saúde dos trabalhadores, houve variação na frequência e na utilização de diferentes métodos de coleta de dados. (Tabela 1).

Conforme apresentado na Tabela 2, do total dos 12 estudos, em oito (representando 66,7%) constatou-se prevalência de algias em áreas da coluna vertebral. A lombar foi apontada como a região mais frequentemente relatada por trabalhadores quanto a ocorrência de algias (dor/desconforto). As áreas dos membros superiores (n=2; 16,6%) e dos membros inferiores (n=2; 16,6%) foram indicadas como as mais afetadas em dois estudos cada.

Tabela 2. Regiões do aparelho locomotor afetadas nos trabalhadores

Regiões do Aparelho Locomotor	Frequência Absoluta (n)	Frequência Relativa (%)
Coluna Vertebral/lombar	8	66,7%
Membros Superiores	2	16,6%
Membros Inferiores	2	16,6%

Fonte: Dados obtidos a partir da pesquisa (2023)

Os resultados extraídos dos estudos abordados nesta revisão indicaram que os trabalhadores da mineração apresentam maior prevalência de DME na região da coluna (Skandfer *et al.*, 2014, Ijaz *et al.*, 2020; Upadhyay *et al.*, 2022), observando-se que a região lombar foi a mais referida por causar desconforto.

Considerando o aumento evidente de distúrbios musculoesqueléticos na indústria de mineração, a pesquisa conduzida por Kunda *et al.* (2013) em minas subterrâneas na Zâmbia, África, realizou a avaliação sobre a prevalência de dores no sistema locomotor. A identificação das dores foi realizada por meio da utilização do Questionário Nórdico Musculoesquelético (NMQ). Os resultados desse estudo revelaram taxas de prevalência variando de 32% a 87% para as queixas relacionadas à região da coluna vertebral entre os trabalhadores em minas subterrâneas. Além disso, a segunda lesão mais comum apresentou prevalência de 35% a 40,7%, referente à área dos punhos e mãos.

O ambiente laboral da indústria de mineração possui características peculiares, distintas de acordo com o tipo de mineral extraído, local, tipo de processo de trabalho, expondo os trabalhadores a fatores de riscos acidentais, muitos destes fatais, doenças ocupacionais subnotificadas e riscos ocupacionais com ambientes insalubres e perigosos. As minas subterrâneas em comparação com as minas de superfície são mais perigosas para a saúde do trabalhador, visto o risco de deslocamento de rochas, poeira e explosão de gases (Ijaz *et al.*, 2020; Kunda *et al.*, 2013; Skandfer *et al.*, 2014).

No contexto de minas subterrâneas mecanizadas, os operadores que máquinas pesadas merecem melhor observação das atividades laborais, uma vez que estudos revelaram que as posturas de trabalho são nitidamente prejudiciais ao aparelho locomotor, atingindo principalmente a região lombar (Eger *et al.*, 2014; Kumar *et al.*, 2022). Desse modo, as empresas de mineração devem investir em máquinas,

ferramentas, processos e treinamento que reduzam os fatores de risco para lesões nos profissionais.

3 PROPOSTA METODOLÓGICA

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Esta pesquisa pode ser caracterizada como descritiva, pois visa a descrição das características de determinada população ou fenômeno, bem como, o estabelecimento de relações entre variáveis e, exploratória, uma vez que, tem como finalidade desenvolver, esclarecer e aprimorar conceitos e ideias (Gil, 2017).

Em relação à natureza, o tipo de pesquisa proposto é classificado como aplicada. A pesquisa aplicada busca gerar conhecimentos voltados para o uso prático e destinados a resolver problemas específicos (Silva; Menezes, 2005). A abordagem mista, combinando métodos quantitativos e qualitativos foi adotada por se tratar do estudo e da descrição das características, propriedades ou relações existentes na comunidade, grupo ou realidade pesquisada.

3.2 AMBIENTE E PROCESSO DE TRABALHO

O estudo foi realizado em uma mineradora situada no semiárido baiano, na microrregião do Piemonte da Diamantina, Bacia Hidrográfica do Rio Itapicuru. A empresa se dedica à extração de minérios de cobre, chumbo, zinco e outros minerais metálicos não-ferrosos. A mina de cromo explorada pela empresa em estudo abriga um dos maiores depósitos desse tipo de minério na América Latina. A operação da lavra é subterrânea e, conforme mencionado por Oliveira (2006), a mina é constituída por rochas carbonáticas e rochas máficas-ultramáficas.

A referida empresa concordou com esta pesquisa, através da emissão da Carta de Anuência anexada ao projeto (ANEXO A). Essa carta foi essencial para a realização da pesquisa, uma vez que demonstra o consentimento e o apoio da empresa para a condução do estudo, garantindo assim a integridade e a ética na pesquisa.

A avaliação em questão, em termos gerais, refere-se ao desenvolvimento de atividades relativas à extração subterrânea de cromo na mina, as quais envolvem uma série de etapas definidas e o uso de equipamentos especializados para garantir a eficiência e a segurança do processo. As etapas do ciclo de operação de uma mina subterrânea podem ser resumidas nos seguintes itens:

- Perfuração da rocha
- Desmonte da rocha (com explosivos)
- Abatimento de choco (blocos de rochas semissoltos)
- Carregamento e transporte do material desmontado
- Contenção e reforço do teto e das paredes da mina.

Para realização dessas atividades são utilizados diversos equipamentos que incluem jumbo hidráulico e pneumático (perfuração), *Fandri* hidráulico e pneumático (perfuração), batedor de choco (quebra das rochas), carregadeira tipo LHD, CAT e volvo para carregamento e caminhão fora de estrada, caminhão plataforma, poliguindaste (carregamento e transporte) e robô de jateamento de concreto. Além desses equipamentos, outros equipamentos de apoio são utilizados, como motoniveladora, trator agrícola, sonda, veículo *pick up*, *cable bolt* (cabo de aço para apoiar o teto da mina) e *raiser borer* (máquina para aberturas verticais ou inclinadas).

3.3 POPULAÇÃO E AMOSTRA DA PESQUISA

Nessa pesquisa a população foi constituída por 1.308 indivíduos que trabalham na mineração subterrânea de cromo em uma empresa na Bahia.

Segundo Marconi e Lakatos (2003), a amostragem envolve a seleção criteriosa de uma parte representativa do conjunto total, ou seja, é a escolha de uma porção da população que visa possibilitar a estimativa equivalente para o conjunto completo da população. Considerando o processo de extração de cromo, foram selecionadas as etapas que envolvem equipamentos (máquinas pesadas) que potencialmente apresentam maior risco ocupacional aos colaboradores. Entre esses equipamentos estão a carregadeira rebaixada articulada LHD, o batedor de choco, a carreta de perfuração *Fandri* e o robô de jateamento de concreto.

Dessa forma, a amostra do estudo foi composta por operadores dos equipamentos supracitados, sendo recrutados oito operadores por equipamento, resultando em uma amostra total de 32 participantes do sexo masculino.

Como critérios para compor a amostra da pesquisa, consideraram-se os seguintes aspectos:

- **Inclusão:** foram incluídos os operadores dos equipamentos envolvidos nas etapas selecionadas do processo produtivo de extração subterrânea de cromo

(carregadeira rebaixada articulada LHD, carreta de perfuração *Fandril*, batedor de choco e robô de jateamento de concreto), que exerçam atividades na empresa há pelo menos 1 ano e que aceitaram participar da pesquisa; e

- **Exclusão:** foram excluídos da amostra os operadores que estavam afastados das atividades devido a questões de saúde ou que se encontravam em período de férias e os que não aceitaram participar da pesquisa.

3.4 PROCEDIMENTOS

Os procedimentos técnicos adotados para alcançar os objetivos propostos são descritos a seguir.

3.4.1 Etapa 1 - Pesquisa bibliográfica

A primeira etapa consiste na pesquisa bibliográfica para obter o embasamento teórico sobre temas relacionadas à pesquisa e para a construção do estado da arte por meio de uma revisão sistemática de literatura. A revisão foi conduzida por meio de pesquisa nos bancos de dados de Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS) e no *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), considerando os artigos publicados entre 2000 e 2022.

A busca de artigos combinou descritores relacionados a atividade, ambiente e população envolvida no estudo. Os descritores “mineração subterrânea”, “riscos ocupacionais” e “distúrbios musculoesqueléticos” foram usados combinados. Nas bases de dados foram aplicados os filtros: artigo e texto completo disponível. Essa revisão sistemática permitiu identificar e analisar de forma abrangente os estudos e pesquisas já realizados sobre o tema, possibilitando a compreensão das principais tendências, avanços e lacunas no conhecimento.

3.4.2 Etapa 2 - Análise Ergonômica Preliminar de Riscos (AEPR)

A Análise Ergonômica Preliminar de riscos (AEPR), como já apresentando anteriormente, trata-se de uma abordagem que permite a avaliação das condições de trabalho, incluindo aspectos relacionados à postura dos trabalhadores e a presença de dor e desconforto. Constitui uma ferramenta importante para identificar riscos ergonômicos e propor melhorias nas condições de trabalho.

De acordo com os passos para o desenvolvimento da AEPR propostos por Veronesi Junior; Massola (2021) (Figura 1, p.15), esta pesquisa seguiu os três passos iniciais:

Passo 1- levantamento das atividades/posto de trabalho

- Registro da atividade/tarefa específica analisada no local de trabalho (observação direta de forma não estruturada e não participante);
- Levantamento de informações sobre a atividade escolhida (esforço, duração) por meio de acompanhamento *in loco*;
- Realização de conversas com os operadores visando explicar a pesquisa durante os intervalos na jornada de trabalho e posteriormente, aplicação dos questionários de avaliação (Questionário Sóciodemográfico e Ocupacional, Questionário Nórdico Padrão).

Passo 2 – Identificação dos possíveis riscos

- Verificação dos aspectos da atividade que podem representar riscos ergonômicos, realizada por meio de observação direta durante seis visitas. Este procedimento foi realizado levando em consideração as informações da pesquisa bibliográfica sobre o tema em questão;
- Análise das posturas, movimentos repetitivos, forças excessivas, vibrações, entre outros (Ferramenta REBA);
- Avaliação da gravidade dos riscos identificados a partir da elaboração da matriz de risco (*Failure Mode and Effect Analysis*) baseada na proposta de Veronese (2021). Os riscos foram classificados de acordo com o seu nível, evidenciando aqueles com maior nível de risco e necessidade de ações.

Passo 3 - Proposta para minimizar os riscos

- A partir da análise detalhada dos riscos ergonômicos no ambiente de trabalho dos operadores de máquinas pesadas na extração subterrânea de cromo, que incluiu as implicações biomecânicas e a frequência de queixas de dores musculoesqueléticas entre os trabalhadores, foram propostas medidas para minimizar esses riscos. O objetivo dessas medidas é melhorar as condições de trabalho e reduzir a prevalência de problemas de saúde relacionados ao esforço físico e às posturas inadequadas.

Coleta de dados (Passos 1 e 2)

Para a coleta de dados, a pesquisadora responsável entrou em contato com a população alvo durante o expediente de trabalho. Neste momento, foi realizada uma explicação detalhada sobre o estudo e, em seguida, feito o convite para participação na pesquisa. Aos que aceitaram participar, foi entregue o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) antes do início da coleta de dados (TCLE) (APÊNDICE A). A aplicação dos questionários foi realizada em uma sala reservada, contando apenas com a presença da examinadora e do participante.

- **Perfil Sócio demográfico e Ocupacional**

O Questionário Sociodemográfico e de aspectos ocupacionais elaborado para este estudo incluiu dados sobre os seguintes aspectos: idade, sexo, peso, altura, tempo de trabalho na empresa, turno de trabalho, escolaridade, dificuldades para exercício das atividades em relação a iluminação, temperatura, ruído, dor e desconforto no corpo (APÊNDICE B).

Para abordar os aspectos ocupacionais, foi utilizada uma escala Likert de quatro pontos, variando de 'nenhuma frequência' a 'muito frequente', com ajustes conforme as características das perguntas. Essa metodologia é amplamente reconhecida e confiável, pois permite captar diferentes níveis de opinião dos participantes. Além disso, foi incluída uma questão discursiva em que os operadores foram convidados a identificar os aspectos do trabalho que, na opinião deles, estavam associados à dor ou desconforto.

- **Ocorrência de distúrbios musculoesqueléticos relacionados ao trabalho**

O questionário nórdico padrão, traduzido e adaptado para o Português do Brasil por Pinheiro (2002) foi usado para identificar distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho (ANEXO B). Consiste em um instrumento que avalia a ocorrência de sintomas álgicos relacionados ao trabalho em diversos pontos anatômicos, contendo uma figura humana vista na posição posterior dividida em 9 regiões anatômicas (cervical, ombros, torácica, cotovelos, punhos/mãos, lombar, quadril/coxas, joelhos, tornozelos/pés).

A coleta de dados foi realizada por meio da marcação de um "X" nas respostas

"sim" ou "não" para cada pergunta relacionada à ocorrência de dor, formigamento ou dormência, considerando os últimos 12 meses e os 7 dias que antecederam a entrevista. Além disso, os participantes relataram qualquer afastamento das atividades no último ano devido a queixas de sintomas musculoesqueléticos. É importante ressaltar que o questionário nórdico não é adequado para diagnóstico clínico, mas é capaz de fornecer um mapeamento da dor e do desconforto musculoesquelético relacionados ao trabalho (PINHEIRO et al., 2002).

- **Análise biomecânica da atividade dos operadores de máquinas pesadas**

A análise biomecânica foi utilizada a partir da aplicação da ferramenta REBA (McAtamney; Corlett, 1993) disponível no software Ergolândia Software versão 8.0. A avaliação com o uso da REBA foi realizada por meio da observação das posturas e movimentos do trabalhador. A REBA fornece uma análise detalhada dos riscos ergonômicos em diversos segmentos corporais, como tronco, pescoço, pernas, carga, braços, antebraços e punhos. Para cada postura observada, é atribuída uma pontuação específica, levando em consideração ângulos articulares, duração da exposição e força muscular necessária. Essas pontuações são organizadas em uma tabela, a partir da qual é possível obter as seguintes informações:

- **Nível de Ação:** Indica a necessidade e urgência de intervenção.
- **Pontuação:** Reflete a postura observada e os movimentos realizados.
- **Nível de Risco:** Classifica o risco ergonômico associado à postura.
- **Intervenção:** Sugere ações corretivas baseadas no nível de risco identificado.

Tabela 3. Nível de risco e ação da ferramenta REBA.

Nível de Ação	Pontuação REBA	Nível de Risco	Ação Recomendada
0	1	Negligível	Nenhuma ação necessária
1	2–3	Baixo	Ação pode ser necessária
2	4–7	Médio	Ação necessária
3	8–10	Alto	Ação necessária em breve
4	11–15	Muito alto	Ação necessária IMEDIATAMENTE

Fonte: Software Ergolândia versão 8.0

Para aplicar a ferramenta REBA, acompanhou-se *in loco* a jornada de trabalho dos operadores de máquinas pesadas. Foram analisadas as operações das máquinas mais utilizadas no processo de produção, incluindo a carregadeira LDH, o batedor de choco, a carreta de perfuração *Fandrill* e o robô de jateamento de concreto. O trabalho de operação dessas máquinas foi integralmente filmado com o auxílio de uma câmera de celular (Apple©, iPhone 13), permitindo o exame detalhado das diversas posturas adotadas pelos operadores.

A fim de garantir a compreensão abrangente da aplicação da REBA, as mesmas posturas dos operadores foram avaliadas nas diferentes máquinas. A análise considerou aspectos como a angulação dos membros superiores, a posição dos membros inferiores, do tronco e do pescoço, além do esforço e do tipo de atividade executada. Foram avaliadas as seguintes posturas durante a operação:

1. **Postura do Pescoço, Tronco e Pernas:** Posição adotada durante a execução das tarefas.
2. **Postura na Movimentação de Cargas:** Posição adotada ao realizar movimentações de cargas.
3. **Postura dos Membros Superiores:** Posição do braço, antebraço e punho durante a operação.
4. **Postura na Realização da Pega:** Posição adotada durante a realização da pega.

Com base nessas observações, obteve-se resultados que classificaram o risco em categorias de ação, determinando a necessidade de intervenções ergonômicas.

3.4.3 Etapa 3 - Análise dos dados

Para descrever o perfil dos trabalhadores foram empregadas técnicas estatísticas descritivas, abrangendo informações como idade, altura, peso, além das outras variáveis provenientes dos questionários. Realizou-se a ordenação dos dados, contagem de frequências e apresentação dos resultados em gráficos para melhor interpretação.

A partir das análises e condições encontradas foram elaboradas as recomendações propostas no objetivo geral desta pesquisa.

3.5 ASPECTOS ÉTICOS DA PESQUISA

Após o exame de qualificação o projeto aprovado pela Banca Examinadora do PPErgo, foi submetido à avaliação pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), seguindo as orientações da Resolução Nº 466, de 12 de dezembro de 2012 (BRASIL, 2012) sobre pesquisa envolvendo seres humanos, e devidamente aprovado com parecer número: 6.701.875 (ANEXO C).

No contexto desta pesquisa, devido à sua natureza observacional, alguns possíveis riscos podem ser identificados. Dentre estes, destacam-se: a perda de confidencialidade e a exposição de dados pessoais dos participantes, como a pesquisa envolverá a observação de atividades da rotina diária dos profissionais no seu local de trabalho e a aplicação de questionários, existe a possibilidade de riscos de constrangimento para os participantes durante as observações e possíveis registros. Os profissionais podem se sentir desconfortáveis com a presença do pesquisador ou ao perceberem que suas ações estão sendo observadas e registradas.

Para minimizar os riscos da presente pesquisa, foram adotadas diversas medidas cautelosas, tais como: acesso restrito aos dados, apenas ao pesquisador responsável e a orientadora têm acesso as informações, bem como, anonimato dos participantes nos questionários aplicados. Não foram utilizadas imagens que possam identificar os participantes, preservando assim sua privacidade e anonimato.

Para minimizar os possíveis constrangimentos, as observações foram conduzidas com discrição, a fim de evitar interferências desnecessárias no ambiente de trabalho dos profissionais. Os questionários foram aplicados em local e horário adequados dentro da empresa, com o objetivo de proporcionar aos participantes o máximo de segurança e tranquilidade possível. Antes das observações e aplicação dos questionários, os profissionais envolvidos foram devidamente informados sobre os procedimentos e os objetivos do estudo. Os participantes da pesquisa tiveram acesso aos instrumentos de pesquisa mediante a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE (APÊNDICE A).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este capítulo apresenta os resultados da pesquisa aplicada, realizada por meio de estudo de campo em uma mineradora de cromo no estado da Bahia. Os resultados estão descritos conforme as etapas da Análise Ergonômica Preliminar de riscos realizadas e como recomendações.

4.1 PASSO 1 - LEVANTAMENTO DAS ATIVIDADES/POSTO DE TRABALHO

4.1.1 Descrição da empresa e organização do trabalho

Em termos gerais, a mina funciona de forma contínua, operando 24 horas por dia. Para garantir a operação contínua, os colaboradores trabalham em sistema de revezamento de quatro turnos, passando uma semana em cada turno. Os turnos de trabalho têm duração de seis horas, que são divididas em diferentes etapas. A figura 7 apresenta a visão geral da mina onde os operadores executam suas atividades.

Figura 7. Visão geral da mina de extração de cromo com identificação da rampa de acesso.



Fonte: Autora (2024)

Antes do início das atividades na mina, os operadores se dirigem ao pátio da empresa, onde estão localizados o escritório de Segurança do Trabalho, a sala de fardamento e a sala de máscaras de fuga e depósito de lanternas. Na sala de máscaras, o colaborador entrega seu crachá e retira a máscara de fuga e a lanterna.

Na sequência, na sala de Segurança do Trabalho, os operadores recebem os

filtros das máscaras, o protetor auricular e os demais Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) necessários. Posteriormente, seguem para a retirada do fardamento, que está devidamente etiquetado com seus nomes, e se dirigem ao vestiário, onde vestem o uniforme e colocam todos os EPIs. Esse processo leva aproximadamente 50 minutos, garantindo que os operadores estejam devidamente equipados para a segurança durante a operação.

Após vestir o uniforme e os Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) no vestiário, os operadores se dirigem à sala de vidro, onde ocorre o Diálogo Diário de Segurança (DDS) que dura 10 minutos. Durante o DDS, são discutidos os planos e as preocupações relacionadas à segurança no turno, além de repassadas as atividades do dia com os gestores e o corpo técnico da mina. Em seguida, realizam a descida até a mina em veículos tipo *pick up*.

Os EPIs usados pelos operados incluem máscara respiratória descartável (PFF2) para proteção das vias respiratórias contra a inalação de poeiras, névoas, bactérias e vírus presentes no ar, protetor de crânio (tipo capacete), protetor auricular, óculos de segurança. Todos os operadores carregam uma máscara de fuga presa à cintura para proteção em situações de emergência (Figura 8).

Figura 8. Equipamentos de proteção individual (EPIs) usados pelos trabalhadores de uma mina subterrânea na Bahia



Fonte: Autora (2024)

Ao chegarem na mina, os operadores se dirigem aos seus postos de trabalho, permanecendo por 4 horas, com pausas regulares respeitando às características naturais do processo de extração. Ao final do período de operação, os trabalhadores utilizam 1 hora para se deslocarem de volta à superfície, onde procedem à entrega dos EPIs e então são transportados para fora da área da mina, concluindo assim o turno de trabalho.

Ressalta-se que, em caso de desmoronamento na mina durante o turno de trabalho, os trabalhadores colocam a máscara de fuga, que libera oxigênio, e se dirigem até a câmara de segurança (refúgio). Esta câmara é equipada com suprimentos essenciais, como comida, água e oxigênio, e pode abrigar 20 pessoas por até 72 horas (Figura 9).

Figura 9. Câmara de refúgio da mina.



Fonte: Autora (2024)

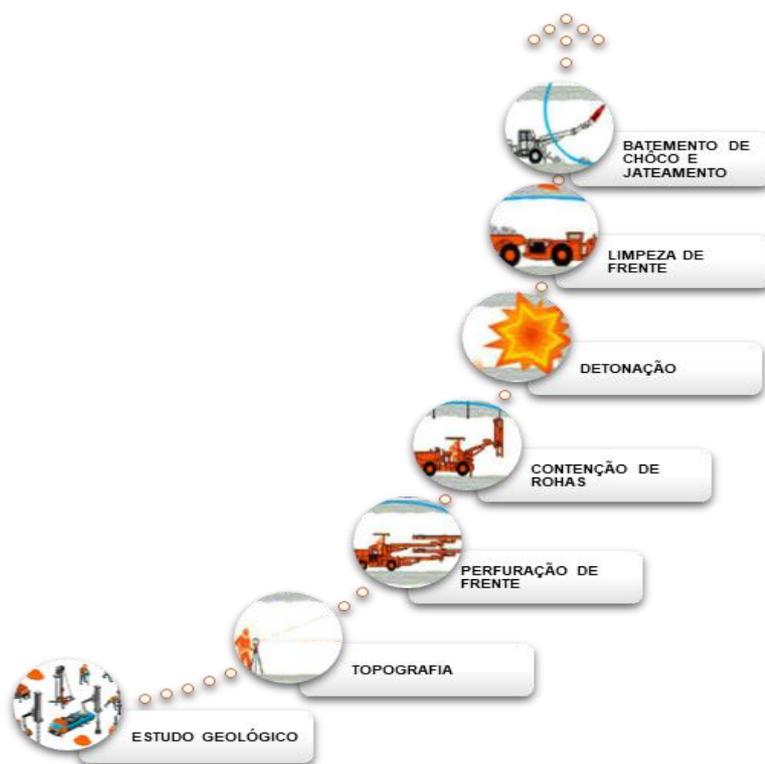
4.1.2 Descrição do processo de extração do minério

Após o reconhecimento e o mapeamento do corpo mineralizado pela equipe de geologia têm início o planejamento para extração. O processo se inicia com a perfuração para o desenvolvimento ou produção. A operação consiste na abertura de galerias de produção no *footwall* (lapa) da camada mineralizada, utilizando técnicas de desmonte de recuo e abatimento de teto. Essas galerias podem alcançar alturas

entre 14 e 25 metros, a perfuração é realizada com o uso do equipamento *Fandril*, sendo realizada no sentido ascendente e em leque.

Após a perfuração que permite o acesso na parte inferior da mina, ocorre a entrada da equipe de *blastes*, que carrega os explosivos. Em seguida a detonação, a carregadeira LHD coleta o material resultante e carrega os caminhões para transporte à superfície. Na sequência, o material suspenso na galeria detonada, e o robô de jateamento de concreto é utilizado para conter e evitar desmoronamentos, juntamente com outras ações baseadas nas características geomecânicas da rocha. O fluxograma das atividades é apresentado na Figura 10.

Figura10. Fluxograma das etapas de extração de cromo em mina subterrânea.



Fonte: Autora (2023)

4.1.2 Descrição das tarefas desenvolvidas pelos operadores de máquinas pesadas

- Preparação e Inspeção:

Ao chegarem à frente de serviço, os trabalhadores realizam a inspeção de

segurança para identificar possíveis riscos e fazem o *check-list* dos equipamentos que serão utilizados.

- Atividade de extração subterrânea de Cromo:

A extração subterrânea de cromo começa com a abertura de galerias de produção no *footwall* (lapa) da camada de cromo, utilizando técnicas de desmonte de recuo e abatimento de teto. Estas galerias podem alcançar alturas de 14 a 25 metros e são perfuradas no sentido ascendente e em leque.

Os equipamentos utilizados no processo de lavra subterrânea, selecionados para este estudo, estão apresentados a seguir, classificados por categoria ou fase do processo e de acordo com suas funções (Quadro 2).

Quadro 2. Máquinas usadas e sua função no processo de extração subterrânea de cromo

Máquina	Categoria	Função
<p>Fandril Pneumático</p> 	Perfuração e Acesso	Perfura o acesso na parte inferior da localização do minério, permitindo a entrada da equipe de <i>blastos</i> (explosivos)
<p>Batedor de Choco</p> 	Segurança	Derrubar rochas instáveis para prevenir deslizamentos.
<p>Carregadeira Tipo LHD</p> 	Carregamento de Material	Coletar o material detonado (estéril ou minério) e carregar os caminhões para transporte.

<p>Robô de Jateamento de Concreto</p> 	Estabilidade	Aplicar concreto nas galerias para contenção e prevenção de desmoronamentos.
--	--------------	--

Fonte: Putzmeister (2023)

A Figura 11 apresenta as etapas que foram avaliadas no presente estudo, exceto a etapa da topografia.

Figura 11. Fluxograma das atividades selecionadas durante a extração de cromo.



Fonte: Autora (2023)

As atividades específicas dos operadores durante o turno de trabalho, assim como a frequência e a duração de cada uma, estão descritas no Quadro 3. Essas tarefas incluem a inspeção visual dos equipamentos para assegurar sua operacionalidade, solicitação de manutenção quando necessário, a limpeza da cabine dos equipamentos, e comunicação de eventos relacionados às suas atividades via sistema de rádio para registro no sistema corporativo de coleta de dados.

Quadro 3. Tarefas realizados por operadores de equipamentos pesados frequência e duração.

Atividade	Frequência	Duração (minutos)
Inspecionar o equipamento, verificando visualmente os pontos essenciais para seu funcionamento e operação. Quando necessário, solicitar a intervenção da manutenção.	Diária	5
Solicitar e manter sinalizações que delimitem a área de segurança da operação.	Diária	2
Manter limpa a cabine dos equipamentos de trabalho.	Diária	5
Comunicar via rádio os eventos de sua atividade para registro no sistema geral de coleta de dados.	Diária	3
Operar os equipamentos designados de acordo com a orientação da supervisão.	Diária	120

Fonte: Dados obtidos a partir da pesquisa (2024)

Os operadores dedicam aproximadamente 120 minutos diários à operação dos equipamentos designados, seguindo as diretrizes estabelecidas pela supervisão. A Figura 12 ilustra os operadores em seus postos de trabalho, manuseando os diferentes equipamentos pesados envolvidos nas etapas do processo de extração selecionadas para o presente estudo.

Figura 12. Operadores nos postos de trabalho executando a operação dos equipamentos pesados envolvidos no processo de mineração subterrânea.

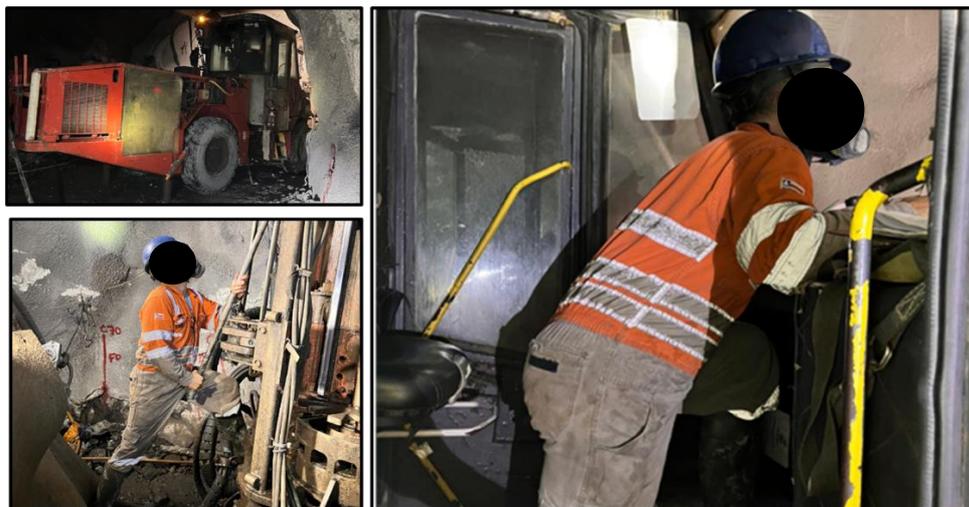
A) Carregadeira LDH;



B) batedor de choco;



C) Carreta de perfuração Fandrill;



D) robô de jateamento de concreto.



Fonte: Autora (2024)

4.1.3 Perfil Sóciodemográfico e aspectos ocupacionais

A amostra de estudo foi composta por 32 participantes do sexo masculino que atenderam os critérios de elegibilidade. A idade média foi de 35,6 anos, observando-se variação entre 25 e 45 anos (Tabela 4). Esse resultado é semelhante aos observados em outros estudos em áreas de mineração subterrânea, que também identificaram trabalhadores em diferentes fases da vida adulta (Kunar *et al.*, 2010; Ijaz *et al.*, 2020; Rodríguez-Ruíz *et al.*, 2020).

A análise do índice de massa corporal (IMC) dos participantes revelou valor médio de 25,84 (Kg/m²), enquadrando-se na categoria de "sobrepeso" segundo os padrões estabelecidos pela Organização Mundial da Saúde (OMS) para adultos (Tabela 4). Desse modo, é possível observar que em média, os participantes estão acima do limite superior da faixa considerada saudável. Além disso, a estratificação

do IMC demonstrou que 9% dos participantes foram classificados como obesos, apresentando IMCs superiores a 30 (Tabela 4).

Tabela 4. Características dos participantes e do trabalho na empresa

Variável	(n=32), %
Idade (média ± DP)	35,6 ± 6,4
Sexo	
Masculino	32
Peso (kg)	78,9 ± 10,3
Altura (cm)	1,75 ± 0,05
IMC (Kg/m²)	25,84 ± 3,4
Peso adequado (18 - 25 kg/m ²)	11 (35%)
Sobrepeso (25 - 29 kg/m ²)	18 (56%)
Obesidade (>30 kg/m ²)	3 (9%)
Escolaridade	
Ensino Fundamental	3 (9%)
Ensino médio	29 (91%)
Tempo de Trabalho na empresa	11,26 ± 5,9
Até 5 anos	5 (16%)
6 a 14 anos	16 (50%)
Acima de 14 anos	11(34%)
Regime de trabalho	
CLT	32 (100%)

Fonte: Dados obtidos a partir da pesquisa (2024)

Esses dados de IMC merecem atenção uma vez que o excesso de peso tem sido frequentemente associado ao aumento da incidência de dor lombar em estudos com trabalhadores de mineração subterrânea de carvão (Ijaz *et al.*, 2020; Kumar *et al.*, 2022). Destaca-se que a empresa estudada fornece a opção de alimentação saudável, de acordo com os princípios e as recomendações do Guia Alimentar para a População Brasileira (2014).

Ademais, a empresa oferece a todos os colaboradores acesso gratuito a uma plataforma de bem-estar e saúde, com o objetivo de incentivar a prática de atividades físicas. A plataforma disponibiliza diversas modalidades de exercícios, além de um espaço para o registro das atividades realizadas. O engajamento dos colaboradores é estimulado por meio de desafios interativos e recompensas, como brindes e descontos. Complementando essa iniciativa, a empresa conta com uma profissional de educação física que conduz sessões de ginástica laboral três vezes por semana.

Em relação à escolaridade dos participantes, a maioria (91%) informou ter concluído o segundo grau (ensino médio), sem mencionar formações educacionais adicionais. Os demais participantes relataram ter completado apenas o primeiro grau (Tabela 4). A formação educacional limitada foi identificada como um fator de risco para o desenvolvimento de lesões relacionadas ao trabalho entre trabalhadores da mineração de carvão (Kunar *et al.*, 2010).

Os dados sobre o tempo de serviço evidenciaram que os operadores têm, em média, 11,26 anos de trabalho na empresa (Tabela 4). Vale destacar que 34% dos trabalhadores estão na empresa há quase duas décadas, indicando uma força de trabalho com experiência e conhecimento acumulado sobre as práticas operacionais e de segurança no ambiente de trabalho.

Em um estudo conduzido na Índia, que avaliou o risco relativo à saúde musculoesquelética de operadores de *dumper* (carregadeira LHD), foi encontrado que 38% dos participantes tinham mais de 13 anos de serviço (Kumar *et al.*, 2022). A presença de operadores experientes em ambientes de risco, como a mineração subterrânea, é fundamental para a estabilidade operacional, pois esses profissionais possuem conhecimento dos processos, procedimentos e da cultura organizacional.

Levando em consideração o regime de trabalho, todos os profissionais estão contratados sob o regime da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT) (Tabela 4), que é o conjunto de normas trabalhistas em vigor no Brasil. Assim, os operadores têm direitos e deveres estabelecidos pela legislação trabalhista brasileira. Além disso, os profissionais trabalham em turnos alternados, permitindo a operação contínua da mina 24 horas por dia.

Quanto às condições laborais durante a realização das atividades, os operadores destacaram várias dificuldades. Entre essas, a pressão por rapidez, mesmo quando os cronogramas eram cumpridos (38%), as restrições de espaço de trabalho (40%), o desconforto térmico (60%), e, sobretudo, o alto nível de ruído no ambiente de trabalho, apontado por todos os operadores (100%) (Tabela 5).

As principais dificuldades no ambiente laboral identificados pelos operadores através do questionário ocupacional, calor, dor e ruído, são amplamente estudados devido ao impacto significativo que têm na saúde dos trabalhadores. Assunção (2017) investigou a prevalência de distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho na população brasileira e identificou que 32,1% dos trabalhadores afetados estavam expostos a níveis elevados de ruído no ambiente de trabalho.

Tabela 5. Aspectos de dificuldade relatadas pelos operadores de máquinas pesadas utilizadas na extração de cromo

Aspectos	n, %
Tempo insuficiente para finalizar trabalho	0 (0%)
Número de operadores insuficientes para a função	7 (22%)
Iluminação insuficiente para as atividades no setor	8 (25%)
Realiza outros trabalhos que não são sua função	10 (31%)
Exigência de rapidez, mesmo cumprindo cronograma	12 (38%)
Dificuldades devido a pouco espaço de trabalho	13 (40%)
O barulho atrapalha as atividades	17 (53%)
Temperatura incômoda para o trabalho	20 (62%)
Condições que causam dor e/ou desconforto	28 (87,5%)
Local de trabalho é barulhento	32 (100%)

Fonte: Dados obtidos a partir da pesquisa (2024)

Além disso, Santos *et al.* (2018) sugerem uma possível correlação entre a exposição ao ruído e distúrbios do sistema osteomuscular, indicando que essa exposição pode causar irritação e desconforto, contribuindo para reações inflamatórias nas fibras musculares. Essas reações inflamatórias frequentemente resultam em sintomas de fadiga muscular e de desconforto nas articulações, prejudicando a saúde geral dos trabalhadores.

Os aspectos mais bem avaliados pelos operadores, com menor porcentagem de críticas, foram o tempo disponível para realizar as tarefas e a quantidade de operadores envolvidos (Tabela 5). O tempo adequado e o dimensionamento correto da equipe são fatores cruciais para o desempenho eficiente das atividades, evitando tanto a sobrecarga de alguns trabalhadores quanto a ociosidade de outros, o que contribui para a prevenção do estresse ocupacional (Rodríguez-Ruíz *et al.*, 2020).

Em relação à percepção dos operadores sobre as atividades associadas à dor e ao desconforto, diversos fatores foram apontados como contribuintes (Quadro 4).

O esforço físico exigido na operação dos equipamentos, a necessidade de permanecer em pé durante a maior parte do tempo de trabalho e a vibração constante gerada pelos equipamentos foram identificadas como condições que potencialmente agravam o desconforto físico dos operadores. A ausência de encosto para o pescoço nos assentos e as condições de calor, iluminação e ruído no ambiente de trabalho

também foram citados como contribuintes para o desconforto.

Quadro 4. Identificação de fatores de dor e desconforto e consequências.

Atividade	Consequência
Postura em pé ao operar a máquina	Desconforto postural
Controle do volante/ Joystick de direção	Movimentação repetitiva de membros superiores
Inadequação do assento do operador	Desconforto postural
Iluminação insuficiente	Desconforto visual
Presença de ruído	Desconforto acústico
Vibração do equipamento	Desconforto postural
Partículas inaláveis (poeira)	Desconforto respiratório
Trabalho em turnos e noturno	Desconforto fisiológico de adaptação

Fonte: Dados obtidos a partir da pesquisa (2024)

Outros fatores mencionados pelos operadores incluem a má qualidade das rampas, que causam desconforto ao serem utilizadas. Além disso, o ambiente de trabalho é marcado pelo calor e piso irregular, que também foram relatados como fontes de desconforto. As posturas inadequadas adotadas durante o trabalho e as variações nos turnos de trabalho foram mencionados como problemas adicionais.

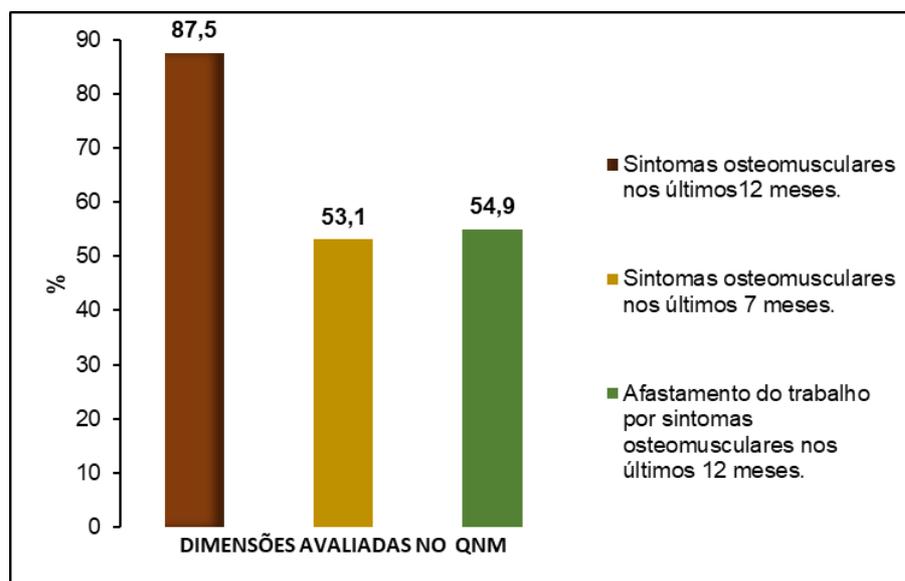
4.1.3 Ocorrência de distúrbios musculoesqueléticos relacionados ao trabalho

A mineração subterrânea é conhecida por afetar o sistema musculoesquelético, uma vez que envolve atividades que exigem levantar, curvar-se, ficar de pé ou sentado por longos períodos e adotar posturas corporais inadequadas por tempo prolongado (Ijaz *et al.*, 2020; Okello *et al.*, 2020).

A partir da aplicação do Questionário Nórdico Musculoesquelético (QNM) nesta pesquisa, foi possível evidenciar a frequência de queixas musculoesqueléticas entre os operadores. Nos últimos 7 dias, 53,1% dos operadores relataram dor ou desconforto, independentemente da região anatômica.

Considerando o período dos últimos 12 meses, a frequência de sintomas atingiu 87,5% dos operadores. Além disso, 59,4% relataram afastamento do trabalho devido à dor ou desconforto, conforme mostrado na Figura 13.

Figura 13. Presença de sintomas osteomusculares nos operadores, independente da região anatômica



Fonte: Dados obtidos a partir da pesquisa (2024)

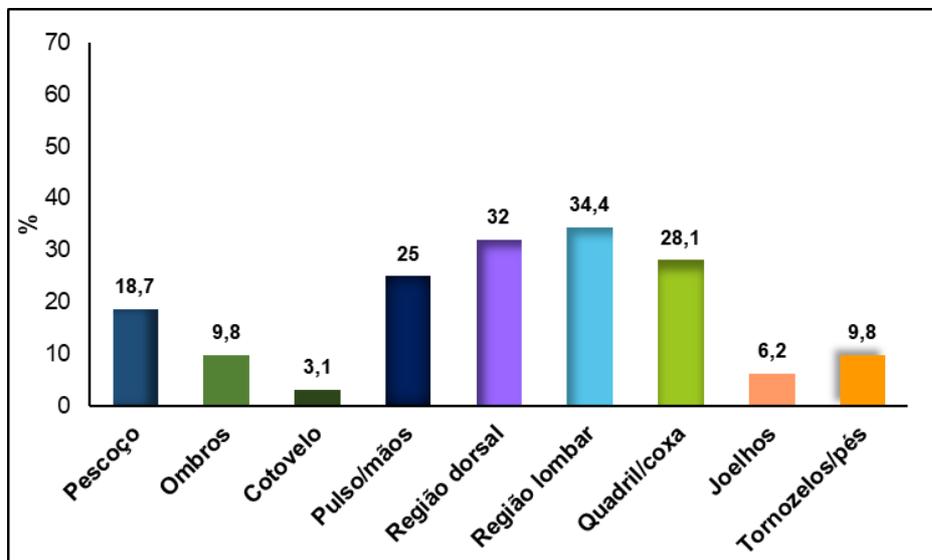
Os resultados do estudo de Agilinejad *et al.* (2015) com mineradores iranianos mostraram que 56,1% dos participantes relataram queixas de distúrbios musculoesqueléticos na última semana, e 66,5% no último ano. Assim, observa-se que a prevalência de queixas de DME na última semana é semelhante entre os mineradores iranianos (56,1%) e os operadores do nosso estudo (53,1%). No entanto, a frequência de sintomas nos últimos 12 meses é maior em nosso estudo (87,5%) em comparação ao estudo de Agilinejad *et al.* (2015) (66,5%). Além disso, a taxa de afastamento do trabalho devido a dor ou desconforto no presente estudo (59,4%) sugere um impacto considerável na capacidade de trabalho dos operadores, entretanto esse dado não foi especificado no estudo iraniano.

Por outro lado, Kunda *et al.* (2013) relataram prevalência de dor e desconforto de 42,6% nos últimos 12 meses entre trabalhadores de mineração de carvão na Zâmbia. As variações na prevalência de distúrbios musculoesqueléticos encontradas na literatura entre trabalhadores de mineração subterrânea podem ser relacionadas a fatores específicos do ambiente de trabalho, como as condições ergonômicas, o design das máquinas e as exigências físicas impostas aos trabalhadores.

No presente estudo, ao analisar a frequência de dores em diferentes partes do corpo nos sete dias anteriores à aplicação do questionário, observou-se que a região lombar (34,4%) e a região dorsal (32%) foram as mais frequentemente afetadas. Essa distribuição de desconforto reflete os principais locais de sobrecarga e esforço físico

enfrentados pelos operadores a curto prazo (Figura 14).

Figura 14. Presença de sintomas osteomusculares nos operadores nos últimos sete dias.



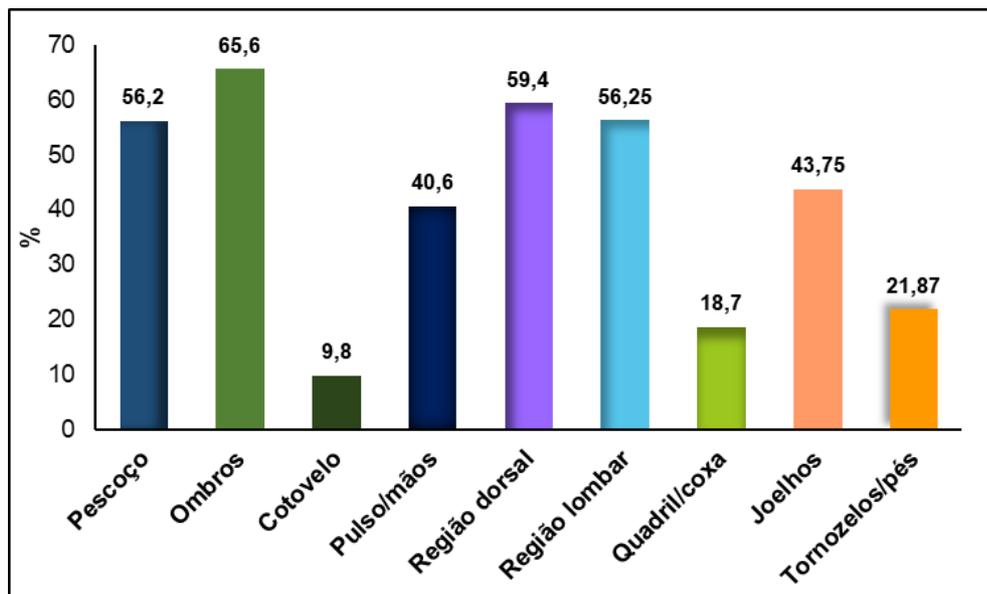
Fonte: Dados obtidos a partir da pesquisa (2024)

Ao avaliar a prevalência de distúrbios musculoesqueléticos em mineradores no Irã, Agilinejad *et al.* (2015) observaram que as regiões lombar, dorsal e joelhos foram as mais frequentemente afetadas na última semana. Ijaz *et al.* (2020) investigaram a mineração subterrânea de carvão e identificaram alta prevalência de distúrbios musculoesqueléticos, especialmente dores lombares, entre os trabalhadores durante a última semana. Os autores observaram maior incidência de relatos de dores na região lombar entre trabalhadores na faixa etária de 26 a 35 anos.

A dor lombar é um problema amplamente documentado na literatura para trabalhadores de mineração (Skandfer *et al.*, 2014; Souza *et al.*, 2015; Custodio *et al.*, 2016). Esse tipo de dor está frequentemente associado ao trabalho realizado com as costas flexionadas e sem suporte adequado para realização das atividades (Kunda *et al.*, 2013). Em minas mecanizadas, o *design* das máquinas é fundamental para o conforto dos trabalhadores, sendo a postura inadequada um fator chave na avaliação do bem-estar dos operadores (Upadhyay *et al.*, 2022).

Ao observar os resultados em relação a dor e desconforto nos últimos 12 meses, os dados evidenciaram que a maior incidência de dor foi relatada nos ombros (65,6%), seguida pela região dorsal (59,4%), pescoço e região lombar (56,2%). As menores porcentagens de dor foram relatadas no cotovelo (9,8%) e no quadril/coxa (18,7%) (Figura 15).

Figura 15. Presença de sintomas osteomusculares nos operadores nos últimos 12 meses.



Fonte: Dados obtidos a partir da pesquisa (2024)

A alta prevalência de dor nos ombros entre os operadores sugere que o ambiente de trabalho apresenta irregularidades que impactam diretamente na qualidade de vida no trabalho. Em particular, a operação de alavancas ou volantes do tipo *joystick* presentes em máquinas pesadas é um fator que pode sobrecarregar os músculos e tendões do ombro, devido a movimentos repetitivos, contribuindo para o desconforto e o desenvolvimento de lesões ao longo do tempo. Nesse sentido, garantir que os controles e alavancas das máquinas estejam posicionados ao alcance confortável minimizando a elevação repetitiva dos braços e a sobrecarga nos ombros.

A persistência da dor nas regiões dorsal e lombar ao longo dos últimos 12 meses (Figura 15), reafirma a necessidade de melhorias no espaço e nas condições de trabalho. A adequação dos assentos e encostos dos equipamentos, frequentemente mencionada pelos operadores como uma fonte de dor e desconforto, é fundamental. Esses ajustes ergonômicos tornam-se ainda mais relevantes quando se observa que um ambiente inadequado não só intensifica o desconforto na região da coluna, como também pode induzir posturas compensatórias que sobrecarregam outras partes do corpo, como os ombros.

Dessa forma, a dor nos ombros, em conjunto com a dor lombar, sublinha a necessidade de intervenções que adapte o ambiente de trabalho para garantir conforto e reduzir a sobrecarga nas articulações para reduzir o risco de lesões. Aqui destaca-se a necessidade de relevância do estímulo a atividade física regular entre

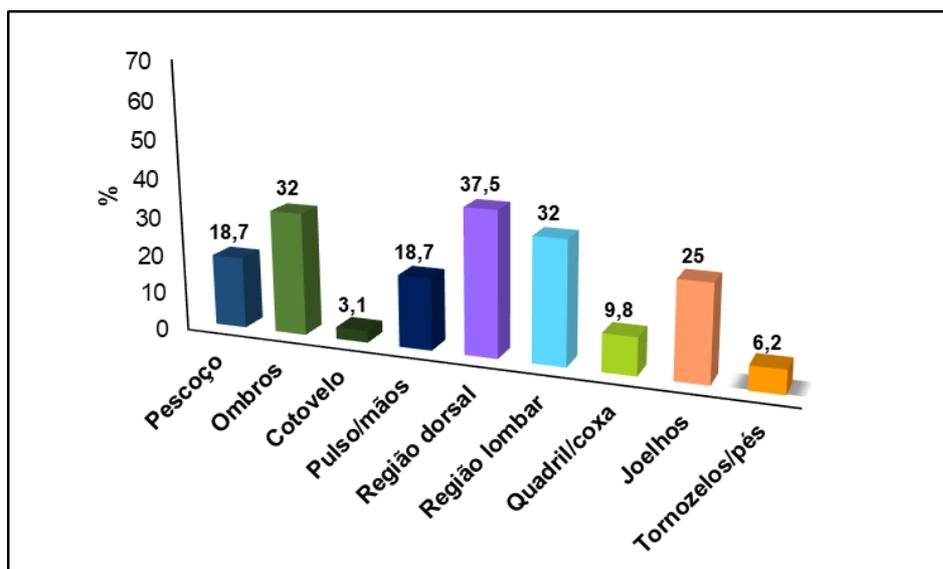
os operadores para fortalecimento dos músculos, melhorar a flexibilidade e também como forma de reduzir o estresse.

Assim como nesta pesquisa, outros estudos sobre distúrbios musculoesqueléticos em trabalhadores da mineração subterrânea demonstraram que dores e desconfortos podem afetar diferentes regiões anatômicas. Okello *et al.* (2020) identificaram que, na República do Congo, as queixas mais frequentes entre mineiros incluem dor na região lombar, quadris ou coxas e ombros. De maneira semelhante, Kunda *et al.* (2013) reportam que trabalhadores de minas subterrâneas na Zâmbia frequentemente sofrem lesões na região lombar, bem como nos punhos, mãos e pescoço.

Kumar *et al.* (2022) também identificaram elevado índice de dor lombar (36,4%) entre operadores de carregadeiras *dumper* na Índia, atribuindo esse problema à exposição prolongada às vibrações desse tipo de máquina. A dor lombar foi 2,52 vezes mais frequente no grupo de operadores em comparação com o grupo de controle (trabalhadores da mineração que não operavam máquinas) ao longo dos últimos doze meses.

Os afastamentos por dor nos últimos 12 meses apontam que a maior porcentagem de afastamentos ocorreu devido a problemas na região lombar (37,5%), seguidos pelos ombros (32%) e pela região dorsal (32%). As menores porcentagens de afastamentos foram relatadas no cotovelo (3,1%) e nos tornozelos/pés (6,2%) (Figura 16). Esses resultados sugerem que as áreas do corpo mais frequentemente afetadas são aquelas que suportam maiores cargas físicas e estão envolvidas em movimentos repetitivos durante o trabalho.

Figura 16. Afastamentos por sintomas osteomusculares nos operadores nos últimos 12 meses.



Fonte: Dados obtidos a partir da pesquisa (2024)

As informações sobre afastamento são úteis para identificar quais áreas do corpo são mais propensas a causar afastamentos e podem ajudar a orientar ações preventivas e intervenções de saúde no ambiente de trabalho.

4.2 PASSO 2 - IDENTIFICAÇÃO DOS POSSÍVEIS RISCOS

A identificação dos possíveis riscos começou com a observação das tarefas dos operadores, visando mapear os pontos críticos de sobrecarga e desconforto. Em seguida, aplicou-se o instrumento REBA (*Rapid Entire Body Assessment*) para avaliar os riscos posturais.

Com base nas observações e nos resultados obtidos, foi construída uma matriz de riscos utilizando a metodologia FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) que possibilita o registro em tabela de possíveis modos de falhas, suas causas e efeitos, e ações de mitigação.

4.2.1 Análise biomecânica

lida e Buarque (2016) afirmam que, para cada tarefa a ser desempenhada, existem posturas apropriadas e que ao adotar estas posturas, maior é o conforto do movimento e menores são as chances de desenvolvimento de sintomas

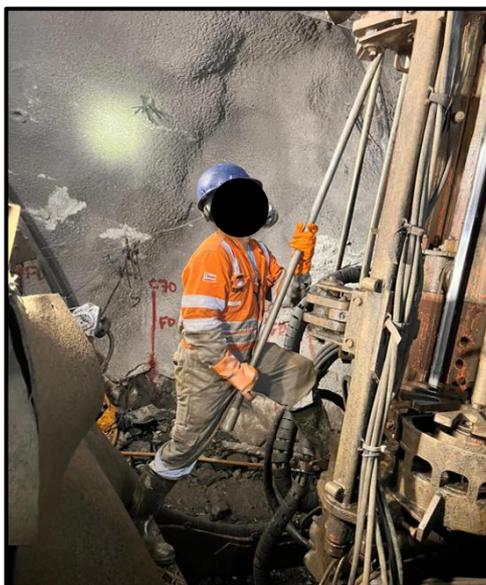
osteomusculares. Durante sua atividade, os operadores passam por condições desconfortáveis de diferentes causas e desempenham movimentos repetitivos.

Por meio das observações realizadas, identificaram-se movimentos que potencialmente comprometem a ergonomia da atividade desempenhada pelos operadores. Adicionalmente, através da aplicação de questionário, os operadores relataram dores em diversas regiões do corpo, incluindo pescoço, ombros, coluna lombar e coluna dorsal.

Na análise da postura durante a operação dos equipamentos usando o instrumento REBA, destacaram-se os seguintes problemas posturais (conforme apresentado na tabela 6): o tronco apresentava flexão superior a 60° com torções ou giros de até 60° , o pescoço encontrava-se flexionado em ângulos de até 20° , também com torções. As pernas estavam em suporte bilateral com postura instável, e os joelhos flexionados a mais de 60° .

A carga/força requerida pelos operadores ultrapassava 10 kg como foi observado durante as visitas. Frequentemente os operadores precisam aplicar força física excessiva para operar os equipamentos ou realizar tarefas manuais. Esse nível de exigência física pode contribuir para o desgaste muscular e o risco de desenvolver distúrbios musculoesqueléticos, especialmente quando associado a movimentos repetitivos ou posturas inadequadas. Na Figura 17, essa condição é representada de forma a destacar a importância de intervenções ergonômicas para reduzir o impacto dessa sobrecarga física.

Figura 17. Força requerida pelos operadores na execução do encaixe das hastas do Fandriil.



Fonte: Autora (2024)

Com a aplicação do REBA, verificou-se que, durante a execução das atividades, os braços estavam flexionados em um ângulo superior a 90°, enquanto os ombros se mantêm elevados. Os antebraços também ficaram flexionados, formando ângulos inferiores a 60°, e os punhos permaneceram flexionados entre 0° e 15°, além de apresentarem torção (Tabela 6). A pega foi classificada como regular, sendo considerada possível, mas não ideal. Vale destacar a ocorrência de mudanças posturais significativas durante a realização das atividades.

Tabela 6. Resultado da aplicação da ferramenta REBA

Avaliação da Postura	Flexão	Torção ou giro	Pontuação total
Tronco	Flexão: >60° =4	Até >60° =1	4 + 1 = 5
Pescoço	Flexão: 0-20° =1	Torção =1	1 + 1 =2
Pernas	Bilateral, caminhando ou sentado =1	joelho >60° =2	1 + 2 = 3
Escore Tronco, pescoço e pernas (Grupo A)			8
Avaliação da Carga/força		Peso > 10 kg > 22 lb =2	2
Escore Tronco, pescoço e pernas +carga/força (Total Grupo A)			8 + 2 = 10
Atividade	Pequenas ações repetidas, mais do 4 por minuto		1
Braço	Flexão: >90° = 4	Ombros elevados =1	4 + 1
Antebraço/cotovelo	Menores de 60° e maiores de 100° =2		2
Punho	Entre 0 e 15° = 1	Punho desviado ou rodado = 1	1+1 =2
Escore braço, antebraço e punho (Grupo B)			8
Pega ou Agarre	Regular =1		1
Escore braço, antebraço e punho + Pega (Grupo B Total)			8 + 1 = 9
Pontuação da atividade (Tabela C)			12
Avaliação da atividade	Mudanças posturais importantes		1
Pontuação final da atividade			12 + 1 = 13
Nível de risco: >11 = muito alto			
Intervenção e posterior análise			Atuação imediata

Fonte: Dados obtidos a partir da pesquisa (2024)

A análise das posturas com o instrumento REBA demonstrou que a maioria se encontra em nível de risco muito alto (Tabela 6). Este resultado destaca a necessidade

urgente de intervenções ergonômicas para mitigar os riscos associados e prevenir lesões ocupacionais. Além disso, a análise não indicou diferenças entre os membros superiores direito e esquerdo quando avaliados separadamente, conforme os critérios estabelecidos pelo método. Este achado sugere que os problemas ergonômicos são generalizados e não específicos a um lado do corpo, reforçando a importância de uma abordagem abrangente e integrada para as intervenções.

Hita-Gutiérrez *et al.* (2020) destacaram a ampla aplicabilidade e versatilidade do método REBA ao realizarem uma revisão da literatura na base de dados *Web of Science*. Os autores constataram que a metodologia é utilizada em diversos setores, como manufatura, construção, saúde, agronegócio, transporte e armazenamento. Além disso, foi aplicada em contextos menos usuais, como preparação de amostras em laboratórios, lavanderias, coleta de resíduos sólidos, escolas e oficinas mecânicas.

Rodríguez-Ruiz *et al.* (2020) utilizaram ferramen da aplicação do procedimento em uma mina subterrânea no Peru e demonstram seu valor prático, bem como sua utilidade na melhoria das condições de trabalho e na criação de uma cultura preventiva. Ademais, consideraram que a adoção da REBA nesses ambientes é um indicativo de responsabilidade organizacional.

4.2.2 Gestão de Riscos: Análise FMEA

Após consolidar os dados coletados sobre as dificuldades e o desconforto dos operadores, foi desenvolvida a Matriz de Risco FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*), também conhecida como Análise de Modo de Falha e Efeito, para as não conformidades identificadas durante o período do estudo (Quadro 5). A matriz foi elaborada com o objetivo de prevenir os riscos associados à operação de máquinas pesadas na extração subterrânea de cromo, por meio da análise das potenciais falhas e propostas de ações de melhoria.

Como uma ferramenta de avaliação de riscos, o FMEA é útil para identificar a gravidade dos potenciais efeitos das falhas e para fornecer direcionamento às medidas mitigadoras destinadas a reduzir o risco. A probabilidade de ocorrência foi considerada, indicando a chance realista de ocorrer uma falha. Assim, falhas com alta probabilidade demandam atenção imediata (Veronesi Junior; Massola, 2021). A avaliação da gravidade determina o impacto de cada falha na qualidade, segurança, custos e outros, priorizando a prevenção de problemas

Durante o período do estudo, observaram-se não conformidades em diversos aspectos, incluindo postura de trabalho, relatos de dor em diferentes regiões anatômicas, desconforto acústico e térmico. A partir das observações e dos dados coletados por meio de questionários e da avaliação com instrumento REBA, foi elaborada uma matriz considerando os principais riscos identificados (Quadro 5).

Quadro 5. Matriz de Risco FMEA (Failure Mode and Effect Analysis)

Nº	IDENTIFICAÇÃO DE PERIGOS			AVALIAÇÃO DE RISCO		
	DESCRIÇÃO DOS PERIGOS	FONTES OU CIRCUNSTÂNCIAS	MEDIDAS DE PREVENÇÃO	PROB.	GRAV.	CLASSIFICAÇÃO DO RISCO OCUPACIONAL
1	Fadiga muscular/ Fadiga Braços, ombros e região lombar. lesões osteomusculares	Não há ajuste para suporte dos segmentos corporais, nem apoio para o punho. As rampas de acesso às galerias são de baixa qualidade, danificadas e com muitos buracos, resultando em vibração.	Sugere-se a inclusão de apoio para os pés e a utilização de cadeiras com ajustes adequados e espumas de densidade apropriada. Recomenda-se também a aquisição de suportes para os punhos. Além disso, é essencial realizar a manutenção regular das rampas de acesso e das galerias para assegurar sua qualidade e funcionalidade.	A	P	SUBSTANCIAL
2	Ofuscamento e exigências visuais	Iluminação inadequada	Estudo e elaboração de projeto para adequação de iluminação.	M	LP	TOLERÁVEL
3	Desconforto Postural	Banco inadequado, movimento repetitivo, vibração do equipamento.	A cadeira deve ter base do assento sem conformação excessiva, borda frontal arredondada, e encosto adaptado para proteger a região lombar. A profundidade do assento deve permitir o uso do encosto sem pressionar as pernas do colaborador. A altura do encosto deve ser ajustável para suportar a curvatura natural das costas. Priorizar a aquisição de equipamentos que minimizem a emissão de vibrações durante o funcionamento e melhorar as condições do piso.	A	P	SUBSTANCIAL
4	Ruído	Equipamentos e detonação de galerias	Recomenda-se a aquisição de equipamentos que emitam menos ruído. Além disso, é necessário adequar e reorganizar a quantidade de equipamentos operando simultaneamente na mesma galeria da mina para otimizar o ambiente de trabalho.	A	MP	INTOLERÁVEL
5	Temperatura acima dos limites de tolerância	Falta de ventilação, nas galerias. Muitos equipamentos trabalhando em uma mesma galeria aumentando as fontes de calor.	Aumentar ductos de ventilação e fluxo de ar, criar logística para diminuir quantidades de equipamentos trabalhando na mesma galeria. Fornecer Sais de Hidratação.	A	P	SUBSTANCIAL

PROBABILIDADE →	PROBABILIDADE			PROBABILIDADE
	BAIXA	MÉDIA	ALTA	
GRAVIDADE ↓				
BAIXA (Ligeiramente Prejudicial)	TOLERÁVEL	TOLERÁVEL	MODERADO	BAIXA Tempo de exposição diária, inferior a 30 minutos por dia de trabalho
MÉDIA (Prejudicial)	TOLERÁVEL	MODERADO	SUBSTANCIAL	MÉDIA Tempo de exposição diária, superior a 30 minutos, e inferior a 4 horas por dia inteiro
ALTA (Muito Prejudicial)	MODERADO	SUBSTANCIAL	INTOLERÁVEL	ALTA Tempo de exposição diária, superior a 4 horas.

GRAV. => Gravidade = (LP) Ligeiramente prejudicial (P) Prejudicial (MP) Muito prejudicial; PROB. => Probabilidade = (B) Baixa (M) Média (A) Alta. CLASSIFICAÇÃO DO RISCO OCUPACIONAL = (I) Tolerável (II) Moderado (III) Substancial (IV) Intolerável e NE - Não Existente

Fonte: Dados obtidos a partir da pesquisa (2024)

O desconforto postural, fadiga muscular e condições de temperatura foram identificados como fatores de risco substanciais, o que indica a necessidade de adotar ações sistemáticas para prevenir a intensificação desses riscos (Quadro 5). As medidas sugeridas como assentos com ajustes e suporte para o pescoço, suporte para punhos, manutenção das rampas e aquisição de máquinas com menor emissão de vibração buscam melhorar o bem-estar dos trabalhadores e também promover um ambiente laboral mais seguro e produtivo. Investir em ductos de ventilação para diminuir o calor nas galerias e para garantir a renovação do ar e a dispersão de gases e partículas.

Os resultados obtidos no presente estudo corroboram os achados de Sakinala *et al.* (2022), que investigaram a relação entre posturas inadequadas, carga de trabalho e o risco de desenvolvimento de distúrbios musculoesqueléticos em trabalhadores de mineração. Os autores observaram que as posturas de trabalho dos operadores eram claramente prejudiciais, indicando a necessidade de medidas corretivas para melhorar a ergonomia das posturas adotadas.

Para mitigar os riscos associados ao trabalho de operadores de *dumpers*, Upadhyay *et al.* (2022) propuseram várias medidas. Entre elas, destacam-se a adoção de assentos ergonomicamente projetados e a promoção de posturas adequadas durante a operação. Além disso, a redução do período de operação dos veículos também foi sugerida.

O ruído foi o único risco avaliado classificado como intolerável (Quadro 5), determinando a urgência de estabelecer ações que possam minimizar esse risco. Entre as ações recomendadas, destaca-se a criação de um sistema de rotação de equipamentos, a fim de evitar a operação simultânea de máquinas com alta emissão sonora. Também é fundamental informar os gestores sobre a necessidade de adquirir equipamentos que gerem menos ruído, contribuindo para a redução do impacto sonoro no ambiente de trabalho. O ruído excessivo aumenta o risco de acidentes devido à distração e pode impactar negativamente o desempenho e a produtividade no trabalho.

De acordo com Aersa; Sznalwar (2019), a análise sistemática do ambiente ocupacional, juntamente com a implementação de adaptações ergonômicas, é fundamental para a redução dos riscos enfrentados por trabalhadores. A avaliação cuidadosa das condições de trabalho permite identificar e corrigir fatores que contribuem para lesões e riscos de acidentes. Nesse contexto, a adoção de medidas

ergonômicas adequadas não apenas melhora a segurança no ambiente laboral, mas também otimiza a eficiência e o bem-estar dos trabalhadores.

4.3 PASSO 3 - PROPOSTA PARA MINIMIZAR OS RISCOS

O principal objetivo das sugestões ergonômicas desta pesquisa é reduzir a incidência de lesões ou desconfortos musculoesqueléticos, especialmente nas áreas mais vulneráveis, como região lombar, região cervical e articulações do punho, conforme indicado pelo estudo. Ao abordar os aspectos físicos, organizacionais e de treinamento dos profissionais, propõe-se que seja possível mitigar circunstâncias estressantes e melhorar o bem-estar e o desempenho individual, contribuindo também para aprimorar a qualidade do serviço prestado.

Considerando os achados do deste estudo foram elaboradas as seguintes recomendações, adequadas à realidade do ambiente de trabalho dos operadores:

- **Seleção de equipamentos mais adequados à saúde dos operadores:** priorizar a aquisição de novos equipamentos (máquinas pesadas) com menor emissão de vibrações durante o funcionamento, bem como equipamentos com menor emissão de ruído.
- **Ajuste dos Equipamentos de Trabalho:** Implementar assentos ajustáveis em altura e inclinação, com apoio para o pescoço, para reduzir a sobrecarga na região lombar e dorsal. Melhorar a ergonomia dos controles, como alavancas e volantes tipo *joystick*, ajustando sua posição e altura para minimizar a sobrecarga nos ombros e nos punhos, bem como, disponibilizar suporte para punho.
- **Reorganização do Espaço:** Otimizar o espaço de trabalho para oferecer mais espaço de movimentação, evitando posturas forçadas e melhorando a linha de visão. Garantir iluminação suficiente e adequada para evitar esforços desnecessários para enxergar, o que pode levar a posturas compensatórias prejudiciais.
- **Otimização da escala de equipamentos:** Maximizar a distância entre os equipamentos na mina, especialmente os que geram maior ruído e calor. Estabelecer um sistema de rotação de equipamentos, permitindo que cada máquina opere por períodos menores e com maior eficiência.
- **Programas de Treinamento:** Oferecer programas de treinamento contínuo

focados em ergonomia, incluindo técnicas de alongamento, treinamento sobre posturas focando na manutenção de uma postura neutra que minimize torções e inclinações desnecessárias do tronco e pescoço. Esses programas podem ser implementados em dias alternados com as sessões de ginástica laboral, criando uma rotina de cuidados preventivos que ajude a reduzir o risco de lesões musculoesqueléticas.

A implementação das medidas propostas oferece benefícios relevantes, como a melhoria da qualidade de vida dos operadores, decorrente da redução de fatores ambientais adversos, como ruído e calor. Essas mudanças contribuem para a diminuição do risco de doenças ocupacionais e para o aumento da satisfação no ambiente de trabalho. Ademais, um ambiente de trabalho mais seguro e confortável tende a favorecer o aumento da produtividade.

5 CONCLUSÕES

As principais conclusões do presente trabalho, considerando os objetivos definidos inicialmente são apresentadas a seguir:

A partir da revisão bibliográfica, verificou-se que a mineração ocupa uma posição relevante para o desenvolvimento econômico do país, constituindo importante fonte de matéria-prima para diversos setores industriais. Apesar dos investimentos em melhorias contínuas, estudos sobre a saúde ocupacional dos profissionais que trabalham na extração de minérios destacam a alta incidência de sintomas musculoesqueléticos.

Diante desse contexto, este estudo detalhou o perfil demográfico, profissional e as condições ocupacionais dos operadores de máquinas pesadas em uma empresa de extração subterrânea de cromo. Os achados demonstram que todos os operadores são do sexo masculino, com idade média de 35,6 anos e experiência média de superior a 10 anos na empresa. Dificuldades no ambiente de trabalho foram marcadas por queixas de calor, dor e desconforto e excesso de ruído.

A prevalência de dor nos ombros, região dorsal, lombar ao longo dos últimos 12 meses destaca o desafio ergonômico contínuo enfrentado pelos operadores e que medidas ergonômicas devem ser implementadas para reduzir a ocorrência de lesões e afastamentos do trabalho.

O ruído foi o único risco classificado como intolerável, destacando a necessidade imediata de medidas para mitigar seus impactos adversos, incluindo otimização da escala de equipamentos na galeria até a aquisição de máquinas com menor emissão de ruídos. Desse modo, destaca-se a necessidade de investir em ergonomia, controle ambiental adequado e estratégias para gerenciar os riscos para fomentar um ambiente laboral mais seguro e produtivo.

5.1 PROPOSICAO DE FUTUROS ESTUDOS

Futuros estudos devem se concentrar em uma avaliação abrangente dos riscos no ambiente laboral, envolvendo ativamente trabalhadores de diferentes níveis hierárquicos da empresa. Essa abordagem contribuirá para fortalecer a cultura de segurança no local de trabalho.

Dada a alta prevalência de distúrbios musculoesqueléticos entre operadores de equipamentos pesados, identificou-se a necessidade de conduzir estudos de caso-controle que investiguem a relação específica entre posturas inadequadas, carga de trabalho e a incidência de DME entre operadores e outros grupos de profissionais que atuam no processo de mineração. A realização desse tipo de estudo fornecer informações valiosas sobre como melhorar as condições ergonômicas e reduzir o risco de lesões entre os trabalhadores.

REFERÊNCIAS

- AEROSA, J.; SZNELWAR, L.I. Acidentes do trabalho: alguns contributos da ergonomia e das ciências do trabalho. *Revista do Tribunal Regional do Trabalho*, v. 65, n. 100, p. 55-82, 2019.
- AGHILLINEJAD, M. et al. Musculoskeletal Disorders among Iranian Coal Miners at 2014. *Iranian Journal of Health, Safety and Environment*, v. 3, n. 1S, p. 466-471, feb. 2016. ISSN 2345-5535.
- ANM - Agência Nacional de Mineração. Informe Mineral Julho – Dezembro de 2019. Superintendência de Governança Regulatória, Brasília/DF. 2020.
- APUD, E. Ergonomics in Mining: The Chilean Experience. *Human Factors*, v. 54, n. 6, p. 901-907, 2012.
- AREB, A.L. et al. Ergonomia e qualidade de vida no trabalho. *Contribuciones a Las Ciencias Sociales*, v. 16, n. 7, p. 7334-7348, 2023.
- BALOGUN, A. O.; TODD, D. S. "Musculoskeletal Symptoms among Stone, Sand and Gravel Mine Workers and Associations with Sociodemographic and Job-Related Factors." *International journal of environmental research and public health*, v. 17, n.10, p.3512, 2020.
- BMC Musculoskeletal Disorders*, v. 21, p. 797, 2020.
- BRASIL - Ministério do Trabalho e Emprego. NR-22 - SEGURANÇA E SAÚDE OCUPACIONAL NA MINERAÇÃO. 2019. Portaria MTb nº 3.214, de 08 de junho de 1978.
- BRASIL, Ministério de Minas e Energia Plano Nacional de Mineração 2030 (PNM – 2030) Brasília: MME, 2010 178 p.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. NR18 - Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção. Brasil: Ministério do Trabalho e Emprego; 1999.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Portaria nº 3.214, Aprovação das Normas Regulamentadoras. Brasil: Ministério do Trabalho e Emprego; 1978.
- BRASIL. Norma Regulamentadora 17 - Ergonomia. Brasília, Brasil: Ministério do Trabalho e Emprego; 1990.
- CARDOSO JUNIOR, M. M. (2006). Avaliação ergonômica: Revisão dos métodos para avaliação postural. *Revista Produção Online*, v.6, n.3, 2006.
- CARMO, E; MORAES, A.L.S.F. Norma regulamentadora 17: uma análise crítica e reflexiva sobre sua aplicação no Brasil. *Revista Brasileira de Saúde Ocupacional*, São Paulo, v. 44, e1, 2019.
- CATTABRIGA, L.; CASTRO, N.F. Saúde e segurança no trabalho. In: *Tecnologia de rochas ornamentais: pesquisa, lavra e beneficiamento*. Francisco W. H. Vidal, F.W.H.; Azevedo, H.C.A.; Castro, N.F. (Eds.). CETEM/MCTI, Rio de Janeiro, 2014.
- CUSTODIO, B.P. et al. Work-Related Musculoskeletal Symptoms Among Small

Scale Gold Miners and Extraction Workers in the Philippines. *Advances in Safety Management and Human Factors*, v. 491, p. 495–501, 2016.

DOBSON, F. A.; HARLAND, D. L.; BELL, A. F.; STEELE, J. R. How do we fit under-
DOPPLER, F. Trabalho e saúde. In: *Ergonomia*. Falzon, Pierre (Ed.). São Paulo, Editora Edgard Blücher, p.47-58, 2007.

EGER, T. et al. "Vibration induced white-feet: overview and field study of vibration exposure and reported symptoms in workers." *Work*, v. 47, n.1 p.101-110, 2014.

FITZPATRICK, J.S. Adapting to Danger: a participant observation study of an underground mine. *Sociology of work and occupations*, v. 7, n. 2, p. 131-158, 1980.

GARRIDO, P. et al. Exploring Work Organisation and Stress in the Mining Industry in Chile. *Ciência & Trabajo*, n. 47, p. 47-56, 2013.

GIL, Carlos, A. Como Elaborar Projetos de Pesquisa, 6ª edição. São Paulo, Atlas, 2017.

GONÇALVES, S.P.G.; XAVIER, A.A.P. A visão da ergonomia sobre os atos inseguros como causadores de acidentes de trabalho. *Revista Tecnologia e Humanismo*. v. 19, n. 29, P. 46 – 57, 2005.

ground coal mining work boots? *Ergonomics*, v.61, n.11, p. 1496-1506, 2018.

HIGNETT, S.; MCATAMNEY, L. Rapid entire body assessment (REBA). *Applied Ergonomics*, v. 31, n. 2, p. 201-205, 2022.

HITA-GUTIÉRREZ, M., GÓMEZ-GALÁN, M., DÍAZ-PÉREZ, M., CALLEJÓN-FERRE, Á. J. (2020). An overview of REBA method applications in the world. *International journal of environmental research and public health*, 17(8), 2635.

IDA, I; BUARQUE, L. *Ergonomia: Projeto e Produção*. 3. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2016.

IJAZ, M. *et al.* Cross-sectional survey of musculoskeletal disorders in workers practicing traditional methods of underground coal mining. *Journal of Environmental and Public Health*, v. 17, n. 6, p. 2566, 2020b.

IJAZ, M. *et al.* Risk factors associated with the prevalence of upper and lower back pain in male underground coal miners in Punjab, Pakistan. *Journal of Environmental and Public Health*, v. 17, p. 4102, 2020a.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO. IBRAM (2021). *Mineração em números*. Disponível em: <https://ibram.org.br/wp-content/uploads/2020/07/PPT-FINAL-COMPLETO-SITE-E-PORTAL.pdf>.

JORGENSEN, M. J. *et al.* Repeatability of a Checklist for Evaluating Cab Design Characteristics of Heavy Mobile Equipment. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, v.4, n.12, p.913-922, 2007.

KIM, J.H. *et al.* Evaluation of commercially available seat suspensions to reduce whole body vibration exposures in mining heavy equipment vehicle operators. *Applied Ergonomics*, v. 71, p. 78–86, 2018.

KITCHENHAM, B. *Procedures for performing systematic reviews*. Keele, UK, Keele

University, 33(TR/SE-0401), 28. <http://doi.org/10.1.1.122.3308>, 2004.

KUMAR, V. *et al.* Whole-Body Vibration Exposure vis-à-vis Musculoskeletal Health Risk of Dumper Operators Compared to a Control Group in Coal Mines. *Safety and Health at Work*, v.13, n.1, p.73-77, 2022.

KUNAR, B.M. *et al.* A matched case-control study of occupational injury in underground coalmine workers. *The Journal of The Southern African Institute of Mining and Metallurgy*, v. 110, p.1-9, 2010.

KUNDA, R. *et al.* Prevalence and Ergonomic Risk Factors of Work-related Musculoskeletal Injuries amongst Underground Mine Workers in Zambia. *J Occup Health*, v. 55, p. 211-217, 2013.

LAPERUTA, D.G.P. *et al.* Revisão de ferramentas para avaliação ergonômica. *Revista Produção Online*. Florianópolis, v. 18, n. 2, p. 665-690, 2018.

MAHDEVARI, S., SHAHRIAR, K., ESFAHANIPOUR, A. Human health and safety risks management in underground coal mines using fuzzy TOPSIS. *Science of The Total Environment*, v.488-489, p.85-99, 2014.

MCATAMNEY L, NIGEL CORLETT E. RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. *Applied Ergonomics*, n.24, v.2, p.91-99, 1993.

MCPHEE, B. Ergonomics in mining. *Occupational Medicine*, v. 54, p. 297-303, 2004.

MICHALOSKI, A.O.; TRZASKOS, J.D. Uma revisão dos métodos de avaliação ergonômica e suas aplicações. In: *Tópicos em Gestão da Produção*. Ruy, M. (Org.). Poisson, Belo Horizonte, p. 78-86, 2017.

MORAIS, S.F.A. *et al.* Ergonomic risks in mining companies: a study in Paraíba/Brazil. *Work*, v. 41, p. 5453-5455, 2012.

NAEINI, S.A.B.; BADRI, A. Identification and categorization of hazards in the mining industry: A systematic review of the literature. *International Review of Applied Sciences and Engineering* 2023

OKELLO, A. *et al.* Prevalence and predictors of work-related musculoskeletal disorders among workers of a gold mine in south Kivu, Democratic Republic of Congo. *BMC musculoskeletal disorders*, v. 21, p. 1-10, 2020.

OWEN, B.D. Preventing injuries using an ergonomic approach. *Aorn Journal*, v. 72, n. 6, p. 1031-1036, 2000.

PARKER, R.J. Technological advances in the analysis of work in dangerous environments: tree felling and rural fire fighting. *Tese de Doutorado (Management and Ergonomics)*, Nova Zelândia, 220 p., 2010.

RABIEI, H. *et al.* The Prevalence of Musculoskeletal Disorders among Miners around the World: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Iranian journal of public health*, v.50, n.4, p.676-688, 2021.

ROBINSON, T. *et al.* G. Health conditions among male workers in mining and other industries reliant on manual labor occupations: National Health Interview Survey, 2007-2018. *American Journal of Industrial Medicine*, v.6, n.8, p.692-704, 2023.

RODRÍGUEZ-RUIZ, Y. *et al.* Procedure for Preventing Musculoskeletal Disorders: Application to Underground Mining Works. *Duazary*, v. 17, n. 2, p. 54 – 69, 2020.

SANTOS, B.S.M. *et al.* Avaliação dos riscos ocupacionais em áreas de mineração subterrânea. In: *Tópicos em Gestão da Produção*. Ruy, M. (Org.). Poison, Belo Horizonte, p. 71-77, 2017.

SANTOS, I. S.; SANTOS, F. A. N. V.; NICKEL, E. M. Comparativo de usabilidade da ferramenta de avaliação ergonômica Reba (Rapid Entire Body Assessment) nas versões em papel e aplicativo para celular. *Gestão e Tecnologia de Projetos*, São Carlos, v. 12, n. 2, p. 9-20, 2017.

SEO, D. C. An explicative model of unsafe work behavior. *Safety Science*, v. 43, p. 187-211, 2005.

SHARMA, G.; DEY, S.; DEY, N. Rationalising postural demand of side discharge loading machine operators with respect to musculoskeletal pain and discomfort in underground coal mines in India. *International Journal of Human Factors and Ergonomics*, n.4, v.1, p.60-72, 2016.

SILVA, A. M. Desenvolvimento Econômico Mineral - Benefícios da mineração para o Estado de Rondônia. Editora Dialética, São Paulo, 76 p., 2023.

SILVA, E.L; MENEZES, E.M Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação. 4^o edição revisada. 2005.

SKANDFER, M. *et al.* Low back pain among mineworkers in relation to driving, cold environment and ergonomics. *Ergonomics*, v.57, n.10, p.1541-1548, 2014.

SMITH, T.D. *et al.* Health, physical activity and musculoskeletal symptoms among stone, sand, and gravel mine workers: implications for enhancing and sustaining worker health and safety. *Safety*, v. 6, p. 52, 2020.

SOUZA, A.P.B. *et al.* Avaliação de impactos ambientais através da percepção de trabalhadores de uma empresa mineradora: um estudo de caso no município de Pedra Lavrada – PB. *Qualit@s*, v. 9, n. 2, p. 1-10, 2010.

SOUZA, M.N.A. *et al.* Musculoskeletal disorders in informal mining workers. *International archives of Medicine Section: epidemiology*, v. 8, n. 183, p. 1-8, 2015.

STORHEIM, K., ZWART. J A. Musculoskeletal disorders and the Global Burden of Disease study. *Annals of the Rheumatic Diseases*, v.73, n.6, p.949-950, 2014.
tural loading assessment tools for Malaysia mining industry. *Journal of Engineering Science and Technology*, edição especial, abri, 2016.

UPADHYAY, R. *et al.* 'Association Between Whole-Body Vibration Exposure and Musculoskeletal Disorders Among Dumper Operators: A Case-control Study Indian Iron Ore Mines. *Work*, v. 71, n. 1, p.235 – 247, 2022.

VARGA, J. *et al.* Physiological strain in the hungarian mining industry: the impact of physical and psychological factors. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health*, v. 29, n. 4, p. 597–611, 2016.

VERMA, S.; CHAUDHARI, S. Safety of Workers in Indian Mines: Study, Analysis, and Prediction. *Safety and Health at Work*, v. 8, p. 267-275, 2017.

VERONESI JUNIOR, J. R.; MASSOLA, R. M. Avaliação de Risco Preliminar em Ergonomia (ARPE): Um Modelo Prático para a Avaliação Ergonômica Preliminar e para o Programa de Gerenciamento de Riscos. In: FERNANDES, Maria Goretti; SILVA, Izabela Souza da (Org.). Avaliação de Risco Preliminar em Ergonomia (ARPE): Um Modelo Prático para a Avaliação Ergonômica Preliminar e para o Programa de Gerenciamento de Riscos. 1. ed. Aracajú: Backup Books Editora, 2021. p. 213-230.

ZHANG, Boling; YIN, Xuechen; GUO, Yu; TONG, Ruipeng. What occupational risk factors significantly affect miners' health: Findings from meta-analysis and association rule mining. *Journal of Safety Research*, v. 89, p. 197-209, 2024. ISSN 0022-4375.

ANEXO A - CARTA DE ANUÊNCIA**CARTA DE ANUÊNCIA**

Declaramos para os devidos fins, que aceitaremos (o) a pesquisador (a) Emanuela Silva de Santana, a desenvolver o seu projeto de pesquisa RISCOS ERGONÔMICOS NA EXTRAÇÃO DE MINÉRIO DE CROMO NA BAHIA: ANÁLISE E RECOMENDAÇÕES PARA A PROMOÇÃO DA SAÚDE DOS TRABALHADORES, que está sob a coordenação/orientação do (a) Dra. Angélica de Souza Galdino Acioly, cujo objetivo é avaliar os riscos ergonômicos no trabalho de extração de minério de cromo, com o propósito de fazer recomendações com vistas à promoção da saúde dos operadores de máquinas pesadas em uma Empresa de Mineração no Estado da Bahia.

Esta autorização está condicionada ao cumprimento do (a) pesquisador (a) aos requisitos das Resoluções do Conselho Nacional de Saúde e suas complementares, comprometendo-se utilizar os dados pessoais dos participantes da pesquisa, exclusivamente para os fins científicos, mantendo o sigilo e garantindo a não utilização das informações em prejuízo das pessoas e/ou das comunidades.

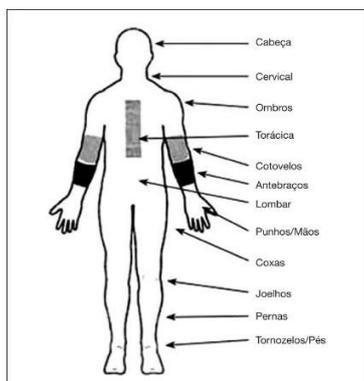
Antes de iniciar a coleta de dados o/a pesquisador/a deverá apresentar a esta Instituição o Parecer Consubstanciado devidamente aprovado, emitido por Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos, credenciado ao Sistema CEP/CONEP.

Local, em 23/08/2023

Nome/assinatura e carimbo do responsável onde a pesquisa será realizada




ANEXO B – QUESTIONÁRIO NÓRDICO PADRÃO

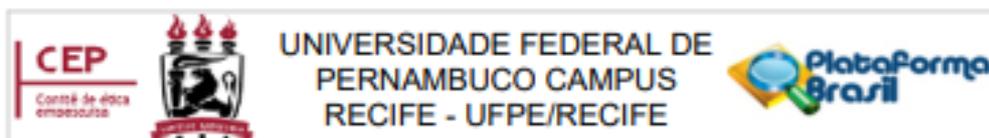


Nesta figura você pode ver a posição aproximada das partes do corpo referidas no questionário. Você deverá marcar quais partes do corpo que você teve ou está tendo dor e/ou desconforto e/ou incômodo, se houverem. Por favor, responda colocando um X no quadrado apropriado

– somente um X para cada questão.

PERGUNTAS PARA TODOS	PERGUNTAS SOMENTE PARA AQUELES QUE TIVERAM ALGUM PROBLEMA	
Nos últimos 12 meses, você teve Qualquer problema como dor ou desconforto no:	Nos últimos 12 meses, você teve algum problema (dor ou desconforto) que impediu a realização do seu trabalho normal no:	Nos últimos 7 dias, você teve qualquer problema como dor ou desconforto no:
Pescoço <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim	Pescoço <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim	Pescoço <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim
Ombros <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim, no ombro direito <input type="checkbox"/> Sim, no ombro esquerdo <input type="checkbox"/> Sim, em ambos	Ombros <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim	Ombros <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim
Cotovelos <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim, no cotovelo direito <input type="checkbox"/> Sim, no cotovelo esquerdo <input type="checkbox"/> Sim, em ambos	Cotovelos <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim	Cotovelos <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim
Pulsos/Mãos <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim, no pulso/mão direito <input type="checkbox"/> Sim, no pulso ou na mão esquerdo <input type="checkbox"/> Sim, em ambos	Pulsos/Mãos <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim	Pulsos/Mãos <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim
Costas (parte superior) <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim	Costas (parte superior) <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim	Costas (parte superior) <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim
Costas (parte inferior) <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim	Costas (parte inferior) <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim	Costas (parte inferior) <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim
Quadril/Coxa <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim	Quadril/Coxa <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim	Quadril/Coxa <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim
Joelhos <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim	Joelhos <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim	Joelhos <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim

ANEXO C - PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: RISCOS ERGONÔMICOS NA EXTRAÇÃO DE MINÉRIO DE CROMO NA BAHIA: ANÁLISE PARA A PROMOÇÃO DA SAÚDE DOS TRABALHADORES

Pesquisador: EMANUELA SILVA SANTANA DE CASTRO

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 77130723.7.0000.5208

Instituição Proponente: Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 6.701.875

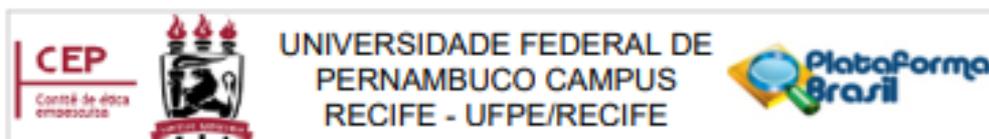
Apresentação do Projeto:

Trata-se de projeto de pesquisa para Mestrado Profissional do Programa de Pós-Graduação em Ergonomia da Universidade Federal de Pernambuco da mestranda Emanuela Silva de Santana, com a orientação da Profa. Angélica de Souza Galdino Acioly, intitulado "a Riscos Ergonômicos na Extração de Minério de Cromo na Bahia: Análise e Recomendações para a Promoção da Saúde dos Trabalhadores".

Esta pesquisa pode ser caracterizada como descritiva, a qual visa a descrição das características de determinada população ou fenômeno, bem como, o estabelecimento de relações entre variáveis e, exploratória, uma vez que, tem como finalidade desenvolver, esclarecer e aprimorar conceitos e ideias (Gil, 2017). Em relação à natureza, o tipo de pesquisa proposto é classificado como aplicada. A pesquisa aplicada visa gerar conhecimentos voltados para o uso prático e destinados a resolver problemas específicos (Silva; Menezes, 2005). Será utilizada a abordagem quantitativa e qualitativa por se tratar do estudo e da descrição das características, propriedades ou relações existentes na comunidade, grupo ou realidade pesquisada.

O estudo será realizado em uma mineradora situada no semiárido baiano, na microrregião do Piemonte da Diamantina, Bacia Hidrográfica do Rio Itapicuru. A empresa se dedica à extração de minérios de cobre, chumbo, zinco e outros minerais metálicos não-ferrosos. A mina de cromo explorada pela empresa em estudo abriga um dos maiores depósitos desse tipo de

Endereço: Av. das Engenheiras, s/n, 1º andar, sala 4 - Prédio do Centro de Ciências da Saúde
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 50.740-600
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81)2126-6588 **Fax:** (81)2126-3163 **E-mail:** cep@ufpe.br



Continuação do Parecer: 6.701.875

minério na América Latina. A operação da lavra é subterrânea e, conforme mencionado por Oliveira (2006), a mina é composta por rochas carbonáticas e rochas máficas-ultramáficas.

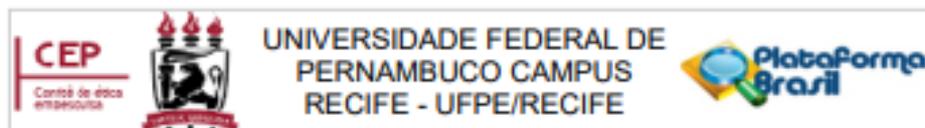
Em termos gerais, a mina funciona de forma contínua, operando 24 horas por dia. Para garantir a operação contínua, os colaboradores trabalham em um sistema de revezamento de quatro turnos, passando uma semana de trabalho em cada turno. Os turnos de trabalho têm duração de seis horas, que são divididas em diferentes etapas. Inicialmente, são destinados 10 minutos para a realização do Diálogo Diário de Segurança (DDS). Em seguida, os trabalhadores dedicam 50 minutos para colocar os equipamentos de proteção individual (EPIs) e realizar a descida até a mina. Após chegarem à frente de serviço, os trabalhadores realizam uma inspeção para identificar possíveis condições inseguras.

Os equipamentos utilizados durante o processo de lavra do subsolo incluem caminhão fora de estrada, caminhão plataforma, poliguindaste, carregadeira tipo LHD, CAT e volvo, jumbo hidráulico e pneumático (perfuração), fandrill hidráulico e pneumático (perfuração), bater de choco (quebra das rochas), robô de jateamento de concreto, motoniveladora, trator agrícola, sonda, pick up, cable bolt (cabo de aço para apoiar o teto da mina) e raiser borer (máquina para aberturas verticais ou inclinadas).

O processo segue uma sequência definida e utiliza equipamentos específicos, seguindo as seguintes etapas: após o mapeamento do corpo mineralizado realizado pela equipe de geologia, o equipamento Fandrill é empregado para perfurar o acesso na parte inferior da localização do minério, permitindo a entrada da equipe de blastes, responsáveis pelo carregamento com explosivos. A seguir, no processo de detonação, a máquina carregadeira LHD é utilizada para coletar o material resultante e carregar os caminhões que transportarão o material para a superfície. Na sequência, o Jumbo, é utilizado para desprender material que ficou suspenso na galeria detonada, por fim, o robô de jateamento com concreto é usado para o conter e evitar desmoronamentos da galeria, juntamente com outras ações relacionadas as características geomecânicas da rocha.

Nessa pesquisa a população é constituída por 1.308 indivíduos que trabalham na mineração subterrânea de cromo em uma empresa na Bahia. O método de amostragem escolhido para esta pesquisa é o de amostra estratificada. Nesse método, a população é dividida em grupos ou estratos com características semelhantes. Desta forma, propõe-se uma estratificação por turno de trabalho. Sendo 4 turnos, a amostra proposta é de 8 mineradores por turno, totalizando 32.

Endereço: Av. das Engenharias, s/n, 1º andar, sala 4 - Prédio do Centro de Ciências da Saúde
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 50.740-600
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81)2126-8588 **Fax:** (81)2126-3163 **E-mail:** cephumanos.ufpe@ufpe.br



Continuação do Parecer: 6.726.935

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Propor recomendações com vistas à promoção da saúde de operadores de máquinas pesadas envolvidos na extração subterrânea de minério de cromo em uma Empresa no Estado da Bahia, a partir da avaliação de riscos ergonômicos.

Objetivo Secundário:

Caracterizar o perfil demográfico, profissional e das condições de saúde dos operadores de máquinas pesadas na empresa escolhida para a realização da pesquisa;

Realizar uma análise detalhada das tarefas desempenhadas por operadores de máquinas pesadas na extração subterrânea de minério de cromo;

Identificar os principais riscos ergonômicos presentes na atividade de extração de minério;

Avaliar as repercussões biomecânicas dos riscos ergonômicos identificados nos operadores de máquinas pesadas na extração de minério de cromo.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

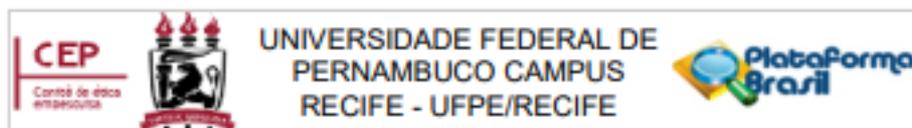
Os riscos e desconfortos possíveis desta pesquisa constituem em perda de confidencialidade, exposição de dados pessoais e constrangimento. Para minimizar esses riscos algumas ações serão tomadas tais quais: Acesso aos dados da pesquisa limitada ao pesquisador responsável e orientador; garantia de anonimato dos participantes nos questionários sem identificação nominal com codificação para descrever os mesmos, de

forma que não seja possível identificá-los e a não exposição de imagens que possam identificar o participante. Quanto à minimização para os constrangimentos, as observações serão realizadas com a presença mínima de pessoas no momento, com acolhimento e explicação sobre os procedimentos e fins do estudo. Vale destacar que a pesquisa observará as atividades diárias dos profissionais, sem introduzir riscos adicionais às tarefas executadas pelos operadores de máquinas. Os riscos inerentes ao trabalho em minas subterrâneas, cuja responsabilidade de tomar medidas para redução é da empresa, incluem: desabamentos, deficiência na ventilação, ruído excessivo, vibração intensa e inalação de poeira.

Benefícios:

Os benefícios esperados com o resultado desta pesquisa serão o aumento de conhecimento sobre o tema abordado e propostas de modificações no ambiente de trabalho de forma a proporcionar melhoria nas condições de trabalho por meio de um ambiente laboral saudável.

Endereço: Av. das Engenheiras, s/n, 1º andar, sala 4 - Prédio do Centro de Ciências da Saúde
Cidade: Cidade Universitária **CEP:** 50.740-900
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81)2126-8588 **Fax:** (81)2126-3163 **E-mail:** caphumanos.ufpe@ufpe.br



Continuação do Parecer: 6.726.935

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Este estudo terá como objetivo propor recomendações com vistas à promoção da saúde de operadores de máquinas pesadas envolvidos na extração subterrânea de minério de cromo em uma Empresa no Estado da Bahia, a partir da avaliação de riscos ergonômicos. Para a realização do estudo será utilizado o método de amostragem estratificada com base nos quatro turnos de trabalho da empresa. A amostra será composta por oito mineradores por turno, totalizando 32 participantes. A avaliação consistirá na Análise Ergonômica Preliminar de Riscos (AEPR), que permite a avaliação das condições de trabalho e da coleta de informações por meio do questionário sócio-demográfico e de saúde ocupacional, questionário nórdico e do método REBA (Rapid Entire Body Assessment). Após a coleta de dados será conduzida a análise crítica dos resultados obtidos na pesquisa, o que permitirá desenvolver recomendações e proposições de melhorias para a saúde e o bem-estar dos colaboradores envolvidos na atividade de mineração subterrânea.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os termos apresentados estão em conformidade com as normas do CEP.

Recomendações:

Sem Recomendações.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Aprovado.

Considerações Finais a critério do CEP:

As exigências foram atendidas e o protocolo está APROVADO, sendo liberado para o início da coleta de dados. Conforme as instruções do Sistema CEP/CONEP, ao término desta pesquisa, o pesquisador tem o dever e a responsabilidade de garantir uma devolutiva acessível e compreensível acerca dos resultados encontrados por meio da coleta de dados a todos os voluntários que participaram deste estudo, uma vez que esses indivíduos têm o direito de tomar conhecimento sobre a aplicabilidade e o desfecho da pesquisa da qual participaram.

Informamos que a aprovação definitiva do projeto só será dada após o envio da NOTIFICAÇÃO COM O RELATÓRIO FINAL da pesquisa. O pesquisador deverá fazer o download do modelo de

Endereço: Av. das Engenharias, s/n, 1º andar, sala 4 - Prédio do Centro de Ciências da Saúde
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 50.740-600
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81)2126-8588 **Fax:** (81)2126-3163 **E-mail:** cep@ufpe.br

APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Convidamos o S.r.(a) a participar da pesquisa intitulada: **Riscos Ergonômicos na Extração de Minério de Cromo na Bahia: Análise e Recomendações para a Promoção da Saúde dos Trabalhadores**, sob responsabilidade dos pesquisadores Emanuela Silva Santana de Castro e Dra. Angélica de Souza Galdino Acioly. A pesquisa tem como objetivo central avaliar os riscos ergonômicos no trabalho de extração de minério de cromo, com o propósito de fazer recomendações com vistas à promoção da saúde dos operadores de máquinas pesadas em uma Empresa de Mineração no Estado da Bahia. Para realização deste estudo serão utilizados os seguintes procedimentos: aplicação de questionário Nórdico, para identificação de distúrbios osteomusculares, questionário sobre dados sociodemográficas, tais como, idade, tempo de trabalho na instituição, função, tipo de máquina que opera, dentre outros. Serão realizadas observações das atividades cotidianas dos operadores de máquinas pesadas para a Análise Preliminar de Riscos (APR) visando identificar e avaliar potenciais riscos associados a determinada atividade, processo ou tarefa e também para captura de imagem para avaliação biomecânica com base no instrumento REBA; também.

Os riscos e desconfortos possíveis desta pesquisa constituem em perda de confidencialidade, exposição de dados pessoais e constrangimento. Como a pesquisa observará atividades comumente já realizadas pelos profissionais em seu cotidiano de trabalho, não apresenta riscos iminentes relacionados às tarefas desenvolvidas no setor em questão. Para minimizar os riscos da presente pesquisa algumas ações serão tomadas tais quais: Acesso aos dados da pesquisa limitada ao pesquisador responsável e orientador; garantia de anonimato dos participantes nos questionários sem identificação nominal com codificação para descrever os mesmos, de forma que não seja possível identificá-los e a não exposição de imagens que possam identificar o participante. Quanto à minimização para os constrangimentos, as observações serão realizadas com a presença mínima de pessoas no momento, com acolhimento e explicação sobre os procedimentos e fins do estudo.

Os benefícios esperados com o resultado desta pesquisa serão o aumento de conhecimento sobre o tema abordado e propostas de modificações no ambiente de trabalho de forma a proporcionar melhor desempenho profissional, condições de trabalho e um ambiente laboral saudável.

O Sr (a) terá os seguintes direitos: a garantia de esclarecimento e resposta a qualquer pergunta; a liberdade de abandonar a pesquisa a qualquer momento sem prejuízo para si, a garantia de que em caso haja algum dano a sua pessoa os prejuízos serão assumidos pelos pesquisadores ou pela instituição responsável. Esclarecemos que manteremos em anonimato, sob sigilo absoluto, durante e após o término do estudo, todos os dados que identifiquem o participante usando apenas, para divulgação, os dados inerentes ao desenvolvimento do estudo.

Nos casos de dúvidas e esclarecimentos você deve procurar os pesquisadores: Emanuela Silva Santana de Castro, e-mail: <OMITIDO> telefone: <OMITIDO>; Prof. Dra. Angélica de Souza Galdino Acioly, E-mail: <OMITIDO>, telefone: <OMITIDO> ou caso suas dúvidas não sejam resolvidas pelos pesquisadores ou seus direitos sejam negados, favor recorrer ao Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos CEP – UFPE.

Eu <NOME COMPLETO DO PARTICIPANTE> após ter recebido todos os esclarecimentos e ciente dos meus direitos, concordo em participar desta pesquisa, bem como autorizo a divulgação e a publicação de toda informação por mim transmitida, respeitando o sigilo e o anonimato, em publicações e eventos de caráter científico. Desta forma, assino este termo, juntamente com o pesquisador, em duas vias, com igual teor, rubricadas em todas as suas páginas e assinadas, ao seu término, pelo convidado a participar da pesquisa, ou por seu representante legal, assim como pelo pesquisador responsável, ou pela (s) pessoa (s) por ele delegada (s), devendo as páginas com as assinaturas estar na mesma folha, ficando uma via sob meu poder e outra em poder do(s) pesquisador (es).

Local:

Data: ___/___/___

Assinatura do participante

Assinatura do pesquisador

APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO SÓCIODEMOGRÁFICO E OCUPACIONAL

INSTRUÇÕES:

- 1) Por favor, leia e responda as questões de forma sincera e objetiva.
- 2) Todas as suas informações serão mantidas em sigilo.
- 3) Em cada questão responda marcando um único X, exceto em caso de questões que objetivam a marcação de mais de uma alternativa.
- 4) Evite deixar questões sem resposta (em branco).
- 5) Havendo qualquer dúvida durante o preenchimento, favor consultar o aplicador.

ASPECTOS INDIVIDUAIS

Por favor, responda cuidadosamente a todas as questões, este questionário é sigiloso. Assinale a alternativa que mais reflete a sua realidade. É muito importante que você não deixe questões sem responder.

1. Qual é seu cargo na empresa? _____
2. Qual sua idade: _____ anos Sexo: () Feminino () Masculino
3. Qual seu peso aproximadamente? _____ kg Qual sua altura? _____ m
4. Qual o seu grau de estudo (escolaridade)? () 1º Grau Incompleto
() 1º Grau completo
() 2º Grau Incompleto () 2º Grau completo
() Superior Incompleto () Superior completo
5. Há quanto tempo trabalha na empresa?
6. Há quanto tempo trabalha neste setor e nesta empresa? _____
7. Qual seu turno de trabalho? Diurno () Noturno ()
8. Qual seu regime de trabalho? RJU () CLT ()

ASPECTOS OCUPACIONAIS

9. Você tem alguma dificuldade para fazer o seu trabalho devido a pouco espaço no local de trabalho?
(0) Nenhuma Dificuldade (1) Pouca dificuldade (2) Dificuldade Moderada (3) Muita Dificuldade.
10. É exigido rapidez para completar suas tarefas mesmo que você esteja cumprindo o seu cronograma?
(0) Nenhuma Exigência (1) Pouca exigência (2) Exigência moderada (3) Muita Exigência.
11. É suficiente o tempo que você tem para realizar o seu trabalho?
(0) Insuficiente (1) pouco suficiente (2) modernamente Suficiente (3) Totalmente Suficiente
12. Com que frequência você realiza outros trabalhos que não são da sua função?
(0) Nenhuma frequência (1) Pouca frequência (2) Frequência moderada (3) Muita frequência
13. Você sente dificuldade em realizar o seu trabalho, pois o número de funcionários no seu setor é insuficiente para o trabalho ser feito?
(0) Nenhuma Dificuldade (1) Pouca dificuldade (2) Dificuldade Moderada (3) Muita Dificuldade .
14. A iluminação no local onde você trabalha é suficiente para você realizar o seu trabalho?
(0) Insuficiente (1) Suficiente (2) Muito Suficiente (3) Totalmente Suficiente.
14. A temperatura no local onde você trabalha é incômoda para você realizar o seu trabalho?

(0) Nenhum incômodo (1) Pouco incômodo (2) incômodo Moderado (3) Muito incômodo.

15. O seu local de trabalho é muito barulhento?

(0) Nenhum barulho (1) Pouco barulho (2) Barulho Moderado (3) Muito barulho.

16. Em caso positivo, o barulho te atrapalha a trabalhar?

(0) Nenhum incômodo (1) Pouco incômodo (2) incômodo Moderado (3) Muito incômodo.

17. Você sente dor e ou desconforto em alguma parte do corpo durante o seu trabalho?

(0) Nenhuma Dor/Desconforto (1) Pouca Dor/Desconforto (2) Dor/Desconforto moderada (3) Muita Dor/Desconforto

Em caso positivo, favor liste algumas situações no seu trabalho que você acha que podem ser responsável pela sua dor e ou desconforto.