

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DE MINAS GERAIS - *CAMPUS* AVANÇADO ARCOS
BACHARELADO EM ENGENHARIA MECÂNICA

Guilherme Gabriel Sousa e Almeida

**PROPOSTA DE MELHORIA ERGONÔMICA EM UM POSTO
DE TRABALHO**

Arcos

2022

GUILHERME GABRIEL SOUSA E ALMEIDA

**PROPOSTA DE MELHORIA ERGONÔMICA EM UM POSTO DE
TRABALHO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Bacharelado em Engenharia Mecânica do Instituto Federal de Minas Gerais *Campus* Arcos, como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Mecânica.
Orientador: Prof. Maurício Lourenço Jorge.

Arcos

16 de novembro de 2022

Catálogo na Fonte Biblioteca IFMG - *Campus Avançado Arcos*

A447p
2022

Almeida, Guilherme Gabriel Sousa e.

Proposta de melhoria ergonômica em um posto de trabalho / Guilherme Gabriel Sousa e Almeida. - Arcos, 2022.

45 f. : il. color.

Orientador: Maurício Lourenço Jorge.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecânica.) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais - *Campus Avançado Arcos*.

1. Ergonomia, 2. Método RULA. I. Jorge, Maurício Lourenço (orientador). III. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – *Campus Avançado Arcos*. IV. Título.

CDD: 629.82

Elaborada por Meriely Ferreira de Almeida- CRB-6/2960



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS

Campus Avançado Arcos

Diretoria de Ensino

Docentes Área Técnica

Av. Juscelino Kubitschek, 485 - Bairro Brasília - CEP 35588000 - Arcos - MG

3733515173 - www.ifmg.edu.br

Ata de Defesa de TCC do Curso de Bacharelado em
Engenharia Mecânica, realizada em 16 de novembro de
2022

Aos dezesseis dias do mês de novembro de dois mil e vinte e dois, às dez horas, se reuniu a banca avaliadora composta pela Professora Marcela de Melo Fernandes, Professor Marcelo Teodoro Assunção, Professor Caio Fernando Teixeira Portela e Maurício Lourenço Jorge (orientador), para avaliar o trabalho intitulado “Proposta de Melhoria Ergonômica em um Posto de Trabalho”, apresentado pelo aluno Guilherme Gabriel Sousa e Almeida, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Mecânico. Após apresentação e arguição, emitiu-se o parecer “aprovado”, sendo a verificação das modificações sugeridas de responsabilidade do orientador. Para fins de registro na disciplina Trabalho Acadêmico Integrador X, a banca avaliadora emite, em consenso, o conceito final 85. Nada mais havendo a tratar, a defesa foi encerrada às onze horas e vinte minutos e eu, Maurício Lourenço Jorge, lavrei a presente ata que, após lida e aprovada, foi assinada por todos os avaliadores.

Arcos, 07 de novembro de 2022.



Documento assinado eletronicamente por **Caio Fernando Teixeira Portela, Professor Substituto**, em 21/11/2022, às 09:57, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **Marcelo Teodoro Assunção, Professor**, em 21/11/2022, às 10:39, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **Marcela de Melo Fernandes, Professora**, em 21/11/2022, às 19:09, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **Mauricio Lourenco Jorge, Professor**, em 22/11/2022, às 16:46, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site <https://sei.ifmg.edu.br/consultadocs> informando o código verificador **1371801** e o código CRC **ADD2F81E**.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, sem ele nada disso seria possível. A toda minha família que ajudou muito durante esta jornada, minha namorada Maria Isabella, que esteve do meu lado em todos os momentos. Ao corpo docente do IFMG *campus* Arcos, que compartilharam todos os conhecimentos, permitindo encarar qualquer desafio no mercado de trabalho. E por fim, a empresa Mineração Correa, que deu total suporte, acreditando no potencial do trabalho.

"Nós moldamos nossas edificações, depois nossas edificações nos moldam."

Winston Churchill

RESUMO

Com o crescimento do agronegócio do Brasil nos últimos anos, as vendas de insumos agrícolas foi impulsionada, como é o caso do calcário agrícola, produto este que auxilia na correção de acidez do solo, permitindo aumentar o crescimento das plantas. Este produto demanda alta tecnologia dos equipamentos de beneficiamento de materiais até sua aplicação. Normalmente este produto passa por diversas etapas de cominuição da rocha, sendo elas a britagem, rebitagem, peneiramento e moagem. E quando é necessário seu envase, ensacadeiras automáticas são utilizadas, permitindo aumentar a produtividade. Visto isso, o estudo busca a melhoria ergonômica em um posto de trabalho, posto este que realiza as atividades de envase e paletização. Para avaliar o risco destas atividades foi utilizado a ferramenta *Rapid Upper Limb Assessment* (RULA), a qual avaliou quatro atividades e detectou que três destas oferecem riscos ao operador, assim, a solução encontrada respeitando os limites de espaço e financeiro, foi utilizar esteiras transportadoras e mesa pantográfica. Estes equipamentos permitem que o operador evite o transporte manual da embalagem de 40kg até o palete, e o esforço excessivo para ajustá-las durante a paletização. Assim, houve duas propostas de alteração de *layout* que foram avaliadas através de uma matriz de prioridade, onde a prioridade com maior peso de decisão foi a ergonomia, pois o risco da operação avaliada é considerado alto para os operadores. Portanto, a proposta escolhida foi a que considera dois operadores, duas esteiras transportadoras e uma mesa pantográfica, esta proposta foi avaliada junto com os responsáveis pelo setor, e aprovada. Contudo, é evidente a importância deste trabalho para os operadores e a companhia, pois o ganho ergonômico e produtivo do setor será considerável, ainda mais quando o foco da empresa nos próximos anos é vender o ensacado, buscando aliar a produtividade com melhores condições de trabalho para seus colaboradores.

Palavras-chave: Ergonomia, Método RULA, Posto de Trabalho.

ABSTRACT

With the growth of agribusiness in Brazil in recent years, sales of agricultural inputs have been boosted, such as agricultural limestone, a product that helps correct soil acidity, allowing for increased plant growth. This product demands high technology from material processing equipment to its application. Normally, this product goes through several stages of comminution of the rock, which are crushing, re-crushing, sieving and grinding. And when filling is necessary, they use automatic bagging machines that allow for increased productivity. In view of this, the study seeks to improve ergonomics in a workstation, which performs the activities of filling and palletizing. To assess the risk of these activities, the Rapid Upper Limb Assessment (RULA) tool was used, which evaluated four activities and detected that three of them pose risks to the operator, so the solution found respecting space and financial limits was use conveyor belts and pantographic table. These equipments allow the operator to avoid the manual transport of the 40kg package to the pallet, and the excessive effort to adjust them during palletizing. Thus, there were two proposals to change the layout that were evaluated through a priority matrix, where the priority with the highest decision weight was ergonomics, since the risk of the evaluated operation is considered high for operators. Therefore, the proposal chosen was the one that considers two operators, two conveyor belts and a pantograph table, this proposal was evaluated together with those responsible for the sector, and approved. However, the importance of this work for the operators and the company is evident, as the ergonomic and productive gain of the sector will be considerable, even more so when the company's focus in the coming years is to sell the bagged, seeking to combine productivity with better working conditions for your collaborators.

Keywords: Ergonomics, RULA Method, Workplace.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fatores Humanos/Ergonomia	18
Figura 2 – Exemplo de modelos humanos bidimensionais articulados	22
Figura 3 – Condição correta da coluna	24
Figura 4 – Medição do ângulos dos braços	27
Figura 5 – Modificações na pontuação dos braços	27
Figura 6 – Medição do ângulos dos antebraços	28
Figura 7 – Modificações na pontuação dos antebraços	28
Figura 8 – Medição dos ângulos dos punhos	29
Figura 9 – Modificações dos punhos	29
Figura 10 – Medição do ângulos do pescoço	30
Figura 11 – Modificações do pescoço	31
Figura 12 – Medição dos ângulos do tronco	31
Figura 13 – Modificações do tronco	32
Figura 14 – Medição da posição das pernas	32
Figura 15 – <i>Layout</i> atual	35
Figura 16 – Atividade 1: Pegar a embalagem no suporte	36
Figura 17 – Atividade 2: Acionar o botão da ensacadeira	37
Figura 18 – Atividade 3: Transportar a embalagem até o palete	38
Figura 19 – Atividade 4: Ajuste das embalagens no palete	39
Figura 20 – Desenho da esteira transportadora	40
Figura 21 – Mesa pantográfica	41
Figura 22 – Proposta 1	42
Figura 23 – Proposta 2	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Pontuação do Grupo A	30
Tabela 2 – Pontuação do Grupo B	33
Tabela 3 – Pontuação final RULA	34
Tabela 4 – Avaliação RULA da atividade de pegar a embalagem no suporte - Grupo A	36
Tabela 5 – Avaliação RULA da atividade de pegar a embalagem no suporte - Grupo B	36
Tabela 6 – Avaliação RULA da atividade de acionar o botão da ensacadeira - Grupo A	37
Tabela 7 – Avaliação RULA da atividade de acionar o botão da ensacadeira - Grupo B	37
Tabela 8 – Avaliação RULA da atividade de transportar a embalagem envasada até o palete - Grupo A	38
Tabela 9 – Avaliação RULA da atividade de transportar a embalagem envasada até o palete - Grupo B	38
Tabela 10 – Avaliação RULA da atividade de ajustar o material no palete - Grupo A	39
Tabela 11 – Avaliação RULA da atividade de ajustar o material no palete - Grupo B	39
Tabela 12 – Matriz de prioridades	43

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Pontuação dos braços	27
Quadro 2 – Pontuação dos antebraços	28
Quadro 3 – Pontuação dos punhos	29
Quadro 4 – Pontuação do pescoço	31
Quadro 5 – Pontuação do tronco	32
Quadro 6 – Pontuação das pernas	33
Quadro 7 – Pontuação do tipo de atividade	33
Quadro 8 – Pontuação da força ou carga exercida	34
Quadro 9 – Níveis de atuação a partir da pontuação final obtida	34

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
1.1	Objetivo geral	17
1.2	Objetivos específicos	17
2	REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1	Ergonomia	18
2.2	Avaliação ergonômica	19
2.3	Posto de Trabalho	20
2.4	Antropometria	21
2.5	NR-17	23
2.6	Movimentação manual de cargas	23
2.7	Método RULA	24
3	METODOLOGIA	26
3.1	Caracterização da empresa	26
3.2	Contextualização da metodologia	26
3.3	Avaliação ergonômica pelo método RULA	26
4	RESULTADOS	35
4.1	Layout inicial	35
4.2	Aplicação pelo método RULA	35
4.3	Equipamentos propostos para auxiliar no transporte e paletização	40
4.4	Propostas de novas configurações do posto de trabalho	41
4.5	Avaliação das propostas	43
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	44
5.1	Trabalhos futuros	44
	REFERÊNCIAS	46

1 INTRODUÇÃO

A economia brasileira é influenciada pelo setor do agronegócio, que correspondeu a 27,4% do PIB Brasileiro no ano de 2021, sendo a maior parte deste crescimento impulsionado pelo ramo agrícola, que apesar do alto nível inflacionário da moeda nos últimos anos, foi capaz de apresentar resultados superiores e sustentar todo o mercado de insumos agrícolas (CEPEA, 2022).

Influenciado pelo crescimento econômico do agronegócio, o calcário agrícola foi um dos insumos que cresceram neste período, apesar disso, ainda é considerado um mercado em expansão. De acordo com a Agência Nacional de Mineração (ANM, 2017), 70% dos solos brasileiros são considerados ácidos e 40% dos produtores brasileiros desconhecem a técnica de correção de solos para obter à produtividade mais alta. Como o Brasil possui reservas de calcário na ordem de 100 bilhões de toneladas, este valor é considerável em aspectos econômicos.

O calcário moído ou agrícola é o produto utilizado para correção de acidez do solo e promover o crescimento das plantas. Sua aplicação recomendada é alguns meses antes do plantio, permitindo assim o acesso das plantas aos nutrientes presentes no solo (CETEM, 2003). Este insumo é considerado uma das formas mais leves e baratas para realizar a correção do solo.

Encontrado em rochas carbonáticas, o calcário agrícola passa por diversas etapas até sua utilização. Empresas do setor de mineração são responsáveis por realizar a atividade de extração, que demanda grande quantidade de equipamentos, ferramentas e mão de obra. O material é retirado em forma de matacão, em seguida é transportado até uma Unidade de Tratamento de Minerios (UTM), local em que é realizado o beneficiamento da rocha, por meio de equipamentos de cominuição, como, britadores, classificadores e moinhos (CETEM, 2003).

Em plantas de beneficiamento de calcário agrícola, existem diversos equipamentos monitorados o tempo todo por operadores. Isto demanda muita atenção e cuidados, pois em se tratando de produção em grande escala, existem riscos que são iminentes ao trabalhador. Assim, em qualquer adequação e substituição de equipamentos dentro da planta são necessários realizar estudos e análises que envolvem a saúde, segurança e bem-estar dos trabalhadores que irão realizar a tarefa.

Por isso, garantir a melhor condição possível do operador em seu momento de trabalho possibilita uma situação ergonômica adequada em seu posto de trabalho, evitando problemas futuros para o trabalhador e a empresa.

Dessa forma, o presente trabalho se justifica por ser um estudo avaliativo da

adequação de novos equipamentos em um posto de trabalho, com vistas a melhorar a condição ergonômica dos trabalhadores, auxiliando-os no processo de manuseio do calcário agrícola ensacado em paletes. Busca-se, dessa forma que esta etapa ocorra com mais fluidez, permitindo agilizar toda a logística de armazenamento do produto.

1.1 Objetivo geral

Elaborar e propôr uma solução factível e de baixo custo capaz de resolver o problema da movimentação manual de sacos de quarenta quilos de calcário agrícola, permitindo que o trabalhador consiga realizar a paletização de forma segura e ergonômica, sem prejuízo à produtividade da empresa.

1.2 Objetivos específicos

- Estudar e propor implantação de equipamentos que auxiliam a movimentação de embalagens com peso de quarenta quilos;
- Respeitar as Normas Regulamentadoras relevantes ao contexto do estudo;
- Utilizar ferramentas de Análise Ergonômica para compreender os movimentos realizados pelos trabalhadores, possibilitando analisar os dados e verificar quais são mais críticos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo são abordado os principais termos que constituem a base para o desenvolvimento do trabalho.

2.1 Ergonomia

Iida (2005) comenta que a ergonomia possui diversas definições, todas procurando estudar a interação entre o homem e o trabalho, visando inicialmente à saúde, segurança e satisfação do trabalhador.

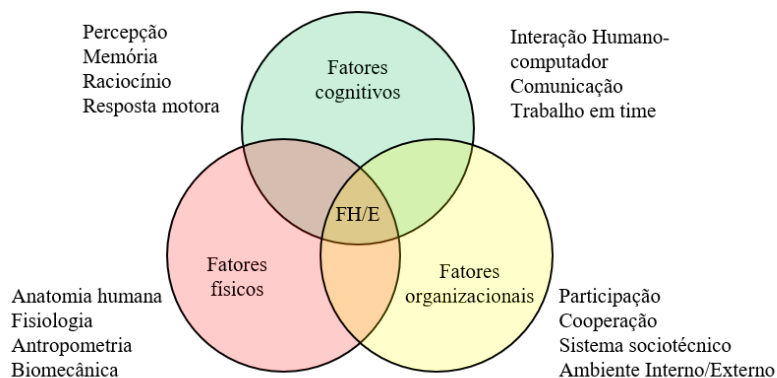
No contexto internacional, de acordo com a *International Ergonomics Association* (IEA, 2000), ergonomia é a "ciência do trabalho", integradora, multidisciplinar focada no usuário, preocupada com a compreensão das interações entre o bem-estar humano e os elementos que compõem um sistema.

No Brasil, a Associação Brasileira de Ergonomia (ABERGO) é responsável por auxiliar o profissional, tendo como objetivo contribuir com o avanço da ciência e da prática da ergonomia (ABERGO, 2021).

Segundo a ABERGO (2021), ergonomia utiliza uma abordagem geral para compreender todos os fenômenos ligados a teorias, princípios e dados de disciplinas relevantes ao projeto e avaliação de tarefas, trabalhos, produtos, ambientes e sistemas, levando em consideração diversos fatores humanos.

De acordo com os conceitos descritos pela ABERGO (2021), existe uma visão integrada envolvendo os fatores humanos (FH/E), mas que não substitui a participação de especialistas da área para resolução dos problemas. Na Figura 1, é representada esta visão integrada para a prática da ergonomia.

Figura 1 – Fatores Humanos/Ergonomia



Fonte: Adaptado de ABERGO (2021).

Os profissionais responsáveis por realizarem o planejamento, projeto, avaliação de tarefas, postos de trabalho, produtos, ambientes e sistemas, fazendo com que fiquem interligados com as habilidades e limitações das pessoas são chamados de ergonomistas (IIDA, 2005).

Estes profissionais, segundo Iida (2005), abordam características ergonômicas específicas do sistema, elas são:

- Ergonomia Física: Focada nas características da anatomia humana, antropometria, fisiologia e biomecânica.
- Ergonomia Cognitiva: Focada na percepção, memória, raciocínio e resposta motora, interações entre as pessoas e outros elementos de um sistema.
- Ergonomia Organizacional: Focada na otimização dos sistemas sociotécnicos, abrangendo as estruturas organizacionais, políticas e processos.

Assim, é possível afirmar que ergonomia é uma área que estuda todas as condições prévias das consequências do trabalho e interações do homem, máquina e ambiente durante a realização do trabalho (IIDA, 2005).

2.2 Avaliação ergonômica

De acordo com Franceschi (2013), a ergonomia pode ser aplicada nos mais distintos setores da atividade produtiva, como por exemplo, dentro da indústria, na busca de novas soluções corretivas de máquinas e equipamentos, permitindo adotar medidas de prevenção que tornem os procedimentos laborais mais seguros.

Para aplicar a melhoria ergonômica no processo produtivo, existem etapas que são primordiais (FRANCESCHI, 2013). Abaixo são descrito estas etapas.

- Etapa de projeto: é a identificação de dificuldades, riscos e problemas e produtividade relacionadas a projetos que envolvem novas instalações, máquinas e equipamentos e postos de trabalhos.
- Etapa de planejamento: estudo do impacto das mudanças organizacionais na operação, buscando as limitações e necessidades de investimento em novas tecnologias, tais como equipamentos, máquinas, ferramentas, softwares, recursos ou competências.
- Etapa do investimento/aplicação: condições para compra de ferramentas, máquinas, equipamento, mobiliários, acessórios e materiais coadunáveis com as atividades desenvolvidas de acordo com as características físicas e psicofísicas dos trabalhadores.

- Etapa de produção: relacionada à solução de problemas, como exemplo, saúde, qualidade, segurança e etc.

Quando é necessário investigar se o sistema atual de uma fábrica proporciona conforto e saúde ao operador, se faz necessário a realização de uma Avaliação Ergonômica do Trabalho (AET), sendo ela capaz de analisar, diagnosticar e corrigir uma situação real do trabalho (IIDA, 2005).

Segundo F.Guérin et al. (2001), o método AET está dividido em cinco etapas: análise da demanda, análise da tarefa em um posto de trabalho, análise da atividade, diagnóstico e recomendações. Assim, pode-se considerar que a AET é o ponto de partida para verificar possíveis problemas existentes no ambiente de trabalho analisado.

2.3 Posto de Trabalho

De acordo com Iida (2005), o posto de trabalho é uma configuração física do sistema homem-máquina-ambiente, sendo ele uma unidade produtiva envolvendo o homem e o equipamento que utiliza para realizar o trabalho, no ambiente que o circunda. Sendo assim, é primordial um posto de trabalho eficiente para que a fábrica funcione bem.

Existem diversos critérios para avaliar a adequação de um posto de trabalho, entre eles o tempo gasto na operação e o índice de erros e acidentes, além do ponto de vista ergonômico, especialmente por meio da avaliação de postura, e o esforço exigido dos trabalhadores (IIDA, 2005).

Assim, para implantar um novo posto de trabalho dentro de uma companhia é necessário realizar um planejamento. De acordo com Iida (2005), o planejamento das instalações é feito em três níveis, eles são:

- Nível 1. Projeto do macro-espaço: É um estudo do espaço global da empresa, sendo definidos, as dimensões de cada departamento e também das áreas auxiliares, como estoques e manutenção.
- Nível 2. Projeto do micro-espaço: Neste nível a atenção é focalizada em cada unidade produtiva, incluindo o trabalhador e o ambiente imediato, abrangendo a máquina e equipamento que ele utiliza, bem como as condições locais de temperatura e ruídos.
- Nível 3. Projeto detalhado: Esta é a etapa que estabelece as características da interface homem-máquina-ambiente, garantindo que as interações entre esses subsistemas sejam adequadas.

Para o projeto adequado do posto de trabalho, é necessário realizar o levantamento de dados como, natureza da tarefa, atividades envolvidas, equipamentos, posturas e

ambiente (IIDA, 2005). No caso de novos projetos, segundo Iida (2005), pode-se levantar essas informações a partir de outra tarefa ou equipamento semelhante, respeitando as restrições existentes, sejam elas tecnológicas, financeiras e de espaço.

De acordo com Iida (2005), as atividades do posto de trabalho podem ser classificadas em cinco etapas: arranjo físico do posto de trabalho, dimensionamento do posto de trabalho, construção, teste do modelo, e ajuste individuais. Abaixo estas atividades são descritas separadamente, em sequência.

1. Faça um levantamento sobre as características da tarefa, equipamento e ambiente usando técnicas como: observações, entrevistas, questionários ou filmagens.
2. Identificar o grupo de usuários para realizar medidas antropométricas relevantes, ou procurar obtê-las em tabelas.
3. Determine as faixas de variações das medidas antropométricas, para altura de assentos, superfícies do trabalho, alcance e apoios em geral.
4. Estabeleça periodicidades, para as operações manuais, colocando aquelas principais na área de alcance preferencial.
5. Providencie espaços adequados para acomodação e movimentação dos braços, pernas e tronco.
6. Localize os dispositivos visuais dentro da área normal de visão.
7. Verifique a entrada e saída de materiais e de informações de/para outros pontos de trabalho.
8. Elabore um desenho do posto de trabalho em escala e posicione seus principais componentes.
9. Construa um modelo(*mock-up*) em tamanho natural para testes com sujeitos.
10. Construa um protótipo para testes em condições reais de operação.

2.4 Antropometria

Segundo Pheasant e Haslegrave (1998), antropometria é o ramo das Ciências Sociais que lida com as medidas do corpo, particularmente com as medidas do tamanho e forma.

As pessoas possuem características muito diferentes, e isto implica nas operações das instalações industriais, ou seja, quando um projeto é baseado apenas em um "homem

médio", ignorando as diferenças, pessoas fora da média terão dificuldades nas operações (DANIELLOU et al., 2010).

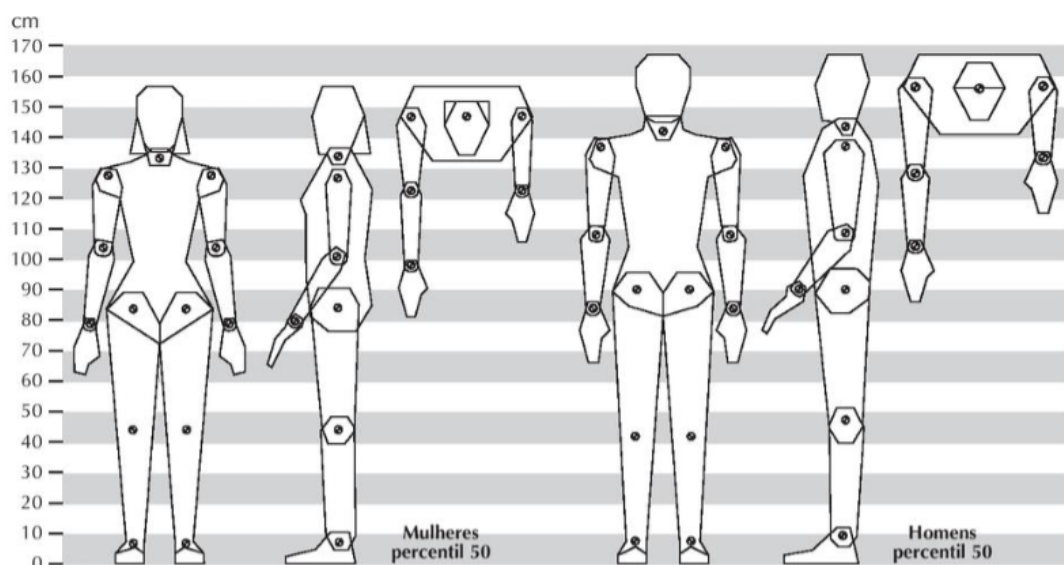
Daniellou et al. (2010) dizem que as diferenças antropométricas devem ser consideradas no projeto, levando em conta os valores locais quando se trata, de instalações destinadas a exportação.

Para o projeto de um equipamento ergonômico, é necessário realizar medições antropométricas dos seus usuários, pois a padronização excessiva nem sempre se traduz em conforto, segurança e eficiência (IIDA, 2005).

Dentro das medidas antropométricas, considerá-se três variações de acordo com Iida (2005). Estática, em que as medidas são realizadas quando o corpo está parado; dinâmica, que mede os alcances dos movimentos; funcional, que é a medição de tarefas específicas.

A construção de modelos humanos é útil para projetos e avaliação de produtos, postos de trabalho e ambientes. Estes modelos podem ser bidimensionais, tridimensionais, computacionais ou matemáticos, cada um com seu detalhamento na representação do corpo humano (IIDA, 2005). Os mais utilizados em projetos de produtos, postos de trabalho e sistemas são os bidimensionais, pois são válidos para testar certos aspectos críticos, como posicionamento dos controles em postos de trabalho (IIDA, 2005). A Figura 2 demonstra as diferenças de medidas antropométricas do corpo humano, representando o sexo feminino e masculino.

Figura 2 – Exemplo de modelos humanos bidimensionais articulados



Fonte: Iida (2005 apud FELISBERTO; PASCHOARELLI, 2000).

2.5 NR-17

A NR-17 é uma Norma Regulamentadora que trata da ergonomia de trabalho dos colaboradores, com o objetivo de garantir as melhores condições de trabalho, visando às condições psicofisiológicas, de forma que tenham conforto, segurança, saúde e desempenho eficiente. Por exemplo, quando se refere ao levantamento, transporte e descarga individual de cargas, não deve ser permitido nem exigido um peso excessivo que comprometa a saúde ou segurança do trabalhador (MTE, 2022).

Segundo a MTE (2022), é necessária uma avaliação preliminar das situações de trabalho por meio de abordagens qualitativas, semiquantitativas ou ambas combinadas, com o objetivo de identificar os perigos e produzir informações para o planejamento das medidas de prevenção necessárias.

A respeito das atividades que exigem sobrecarga muscular estática ou dinâmica do tronco, pescoço, cabeça, dos membros superiores e dos membros inferiores, é necessário adotar medidas técnicas de engenharia, organizacionais e/ou administrativas, com o objetivo de eliminar ou reduzir estas sobrecargas, utilizando da avaliação ergonômica preliminar ou AET (MTE, 2022).

Quanto ao mobiliário presente nos postos de trabalho, os equipamentos devem apresentar regulagens em um ou mais de seus elementos, de modo que permitam adaptá-los às características antropométricas que atendam ao conjunto de trabalhadores envolvidos e à natureza do trabalho a ser desenvolvido (MTE, 2022).

2.6 Movimentação manual de cargas

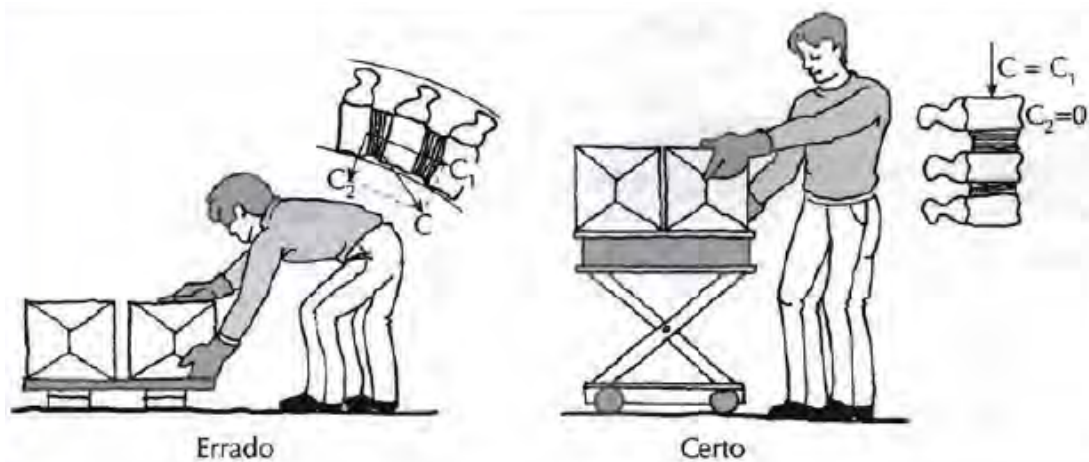
Segundo EU-OSHA (2007), a movimentação manual de cargas é o ato de levantar, agarrar, abaixar, empurrar, puxar, transportar ou deslocar uma carga, sendo estas atividades executadas por um ou mais trabalhadores.

Sendo considerada uma das atividades mais comuns e antigas, e responsável por um grande número de lesões e acidentes de trabalho, a movimentação de cargas é uma tarefa que deve ser muito bem avaliada e estudada por especialistas (SOUZA, 2011). Dentro das empresas, os empregadores devem avaliar os riscos de execução das tarefas de seus trabalhadores, de forma a garantir segurança e saúde (EU-OSHA, 2007).

De acordo com EU-OSHA (2007), existem medidas simples que podem ser tomadas: identificar perigos suscetíveis a causar acidentes, lesões ou problemas de saúde; identificar os indivíduos que podem sofrer danos e de que formas; avaliar se as precauções existentes são adequadas ou se devem ser reforçadas; acompanhar os riscos e analisar medidas de prevenção.

Segundo Iida (2005), a respeito do transporte manual de cargas, a coluna vertebral deve ficar o máximo possível na posição vertical, e as cargas não devem ficar muito distantes do corpo, pois criam momento em relação ao centro de gravidade do corpo. Na Figura 3 é possível observar a condição correta da coluna durante uma atividade de movimentação de cargas.

Figura 3 – Condição correta da coluna



Fonte: Iida (2005).

Segundo Lin (2021), o período entre janeiro e julho no ano de 2021, houveram mais de 55 mil pedidos de afastamento por trabalhadores, devido a problemas na coluna.

2.7 Método RULA

Rapid Upper Limb Assessment (RULA) é uma ferramenta de fácil e rápida aplicação, amplamente utilizada como parte de análise ergonômica feita no próprio local de trabalho. A aplicação desta ferramenta não tem necessidade de qualquer equipamento especial para fornecer uma avaliação rápida das posturas do pescoço, tronco e membros superiores juntamente com a função muscular e a cargas externas experimentadas pelo corpo (MCATAMNEY; CORLETT, 1993).

Segundo Diego-Mas e Antonio (2015), o método RULA foi desenvolvido em 1993 por McAtamney e Corlett, com o objetivo de avaliar as exposições dos trabalhadores a fatores de risco que causam alta carga postural e que podem causar distúrbios nos membros superiores do corpo.

O método RULA é aplicado, de forma avaliativa, para uma determinada postura. A partir da pontuação obtida, é possível obter uma indicação se a postura é aceitável ou até que ponto são necessárias mudanças ou reformulações na posição de trabalho, permitindo ao avaliador detectar possível problemas ergonômicos naquela determinada função (DIEGO-MAS; ANTONIO, 2015).

No método RULA, o corpo humano é dividido em Grupo A (braços, antebraços e punhos) e Grupo B (pernas, tronco e pescoço). Assim, com auxílio dos ângulos realizados pelos membros durante a atividade, é possível atribuir uma pontuação a cada membro do corpo de forma individual. Desse modo, os resultados são comparados aos valores tabelados da ferramenta, permitindo a tomada de decisão em relação às condições ergonômicas encontradas (DIEGO-MAS; ANTONIO, 2015).

Segundo Diego-Mas e Antonio (2015), a aplicação do método RULA pode se resumir nos seguintes passos:

- Determinar os ciclos de trabalho e observar o operador durante estes ciclos;
- Selecionar as posturas que serão avaliadas;
- Determinar eventuais diferenças das ações realizadas pelo lado esquerdo e direito; se sim, avaliar separadamente ambos os lados do corpo;
- Tomar os dados angulares necessários, com auxílio de fotografias;
- Determinar as pontuações para cada parte do corpo;
- Obter as pontuações parciais e finais do método para determinar os riscos e estabelecer o nível de ação;
- Se necessário, determinar o tipo de medidas que devem ser tomadas;
- Redesenhar a posição ou introduzir mudanças para melhorar a postura, se necessário;
- Se foram introduzidas mudanças, reavaliar a postura com o método RULA para verificar a eficácia da melhoria.

3 METODOLOGIA

3.1 Caracterização da empresa

A empresa foco do presente estudo é do ramo de mineração, e fica situada na zona rural do interior de São Paulo. Sua filosofia é de aliar processos de extração com boas práticas ambientais e sociais, reaproveitando quase cem por cento dos rejeitos e disponibilizando projetos sociais na região em que atua.

Considerada de médio porte, possui clientes variados atendendo o mercado internacional e nacional quando se refere ao produto mármore, e lojas de jardinagem e produtores rurais da região sudeste do Brasil, quando os produtos são o calcário agrícola e seixo rolado, respectivamente.

Detém alta tecnologia de extração e beneficiamento de materiais, utilizando dos mais variados equipamentos e maquinários de grande porte, com destaque para equipamentos de cominuição do material bruto, como britadores, rebritadores, peneiras vibratórias e moinhos.

3.2 Contextualização da metodologia

Após visitas à área de beneficiamento de materiais, em específico o setor de envase e paletização, em que a empresa tem investido para agilizar a saída do material e melhorar as condições de trabalho, observou-se trabalho manual exaustivo e com baixa produtividade, principalmente quando da organização do produto ensacado em paletes.

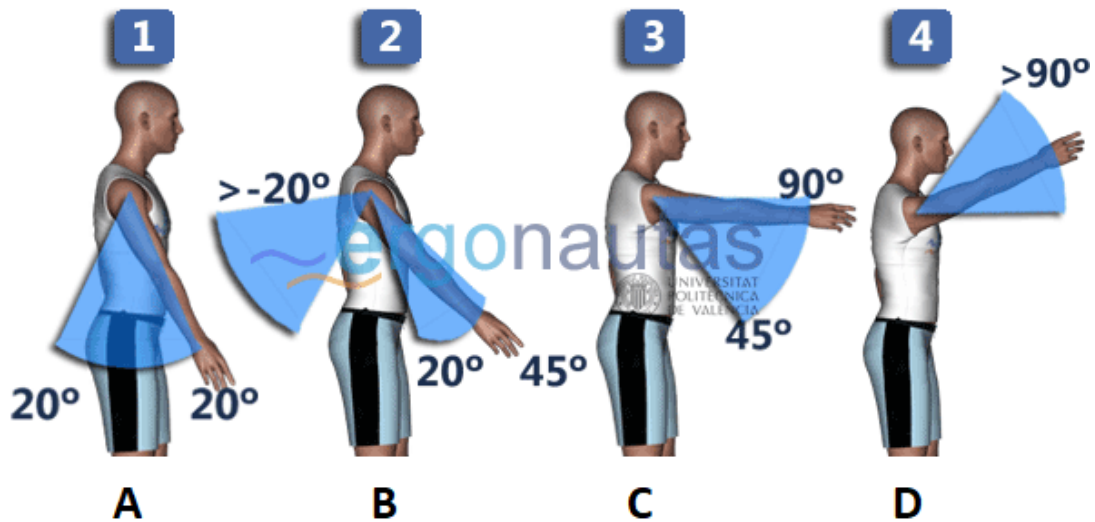
Buscando a melhoria no local de trabalho, foram levantados dados para quantificar a situação do trabalho realizado, permitindo assim, analisar e propor melhorias no posto dentro das limitações financeiras e estruturais. Para análise detalhada do posto de trabalho analisado, foi utilizado o método RULA, já apresentado anteriormente.

Por fim, propor a melhoria adequada para o processo de forma que atenda as limitações presentes no cenário inicial avaliando três propostas de *layout*, escolhendo a mais viável para o objetivo do trabalho.

3.3 Avaliação ergonômica pelo método RULA

A avaliação das posições pelo método começa na observação da movimentação de flexão/extensão dos braços (DIEGO-MAS; ANTONIO, 2015). A Figura 4 permite a visualização dos diferentes graus de flexão/extensão considerados pelo método. Assim, a pontuação é obtida usando a Quadro 1.

Figura 4 – Medição do ângulos dos braços



Fonte: Adaptado de Diego-Mas e Antonio (2015).

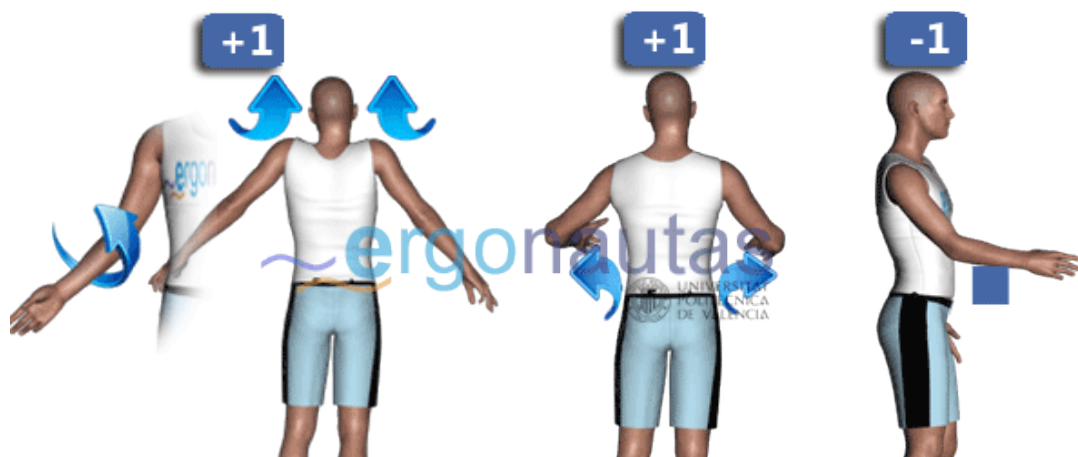
Quadro 1 – Pontuação dos braços

Legenda	Posição	Pontuação
A	De 20° de extensão a 20° de flexão	1
B	Extensão 20° ou flexão 20° e 45°	2
C	Flexão 45° e 90°	3
D	Flexão 90°	4

Fonte: Adaptado de Diego-Mas e Antonio (2015).

Caso tenha elevação de ombros, abdução dos braços (distanciamento dos braços em relação ao tronco), e pontos de apoio aos braços, os pontos obtidos da Quadro 1 serão acrescidos ou subtraídos. Estas modificações são obtidas através da observação da Figura 5.

Figura 5 – Modificações na pontuação dos braços

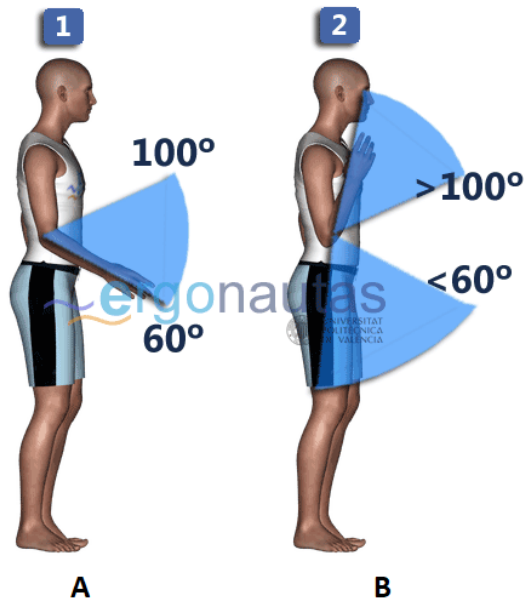


Fonte: Diego-Mas e Antonio (2015).

Com a medição dos braços realizada e sua pontuação arquivada, o próximo passo é a avaliação de flexão dos antebraços (DIEGO-MAS; ANTONIO, 2015). Na Figura 6

é possível visualizar as movimentações que o antebraço realiza em relação ao tronco. A partir disso é possível ver as respectivas pontuação na Quadro 2.

Figura 6 – Medição do ângulos dos antebraços



Fonte: Adaptado de Diego-Mas e Antonio (2015).

Quadro 2 – Pontuação dos antebraços

Legenda	Posição	Pontuação
A	Flexão entre 60° e 100°	1
B	Flexão 60° ou 100°	2

Fonte: Adaptado de Diego-Mas e Antonio (2015).

Em casos do antebraço cruzar a linha vertical média do corpo, os pontos obtidos na avaliação dos antebraços (Quadro 2) serão modificados através da observação da Figura 7.

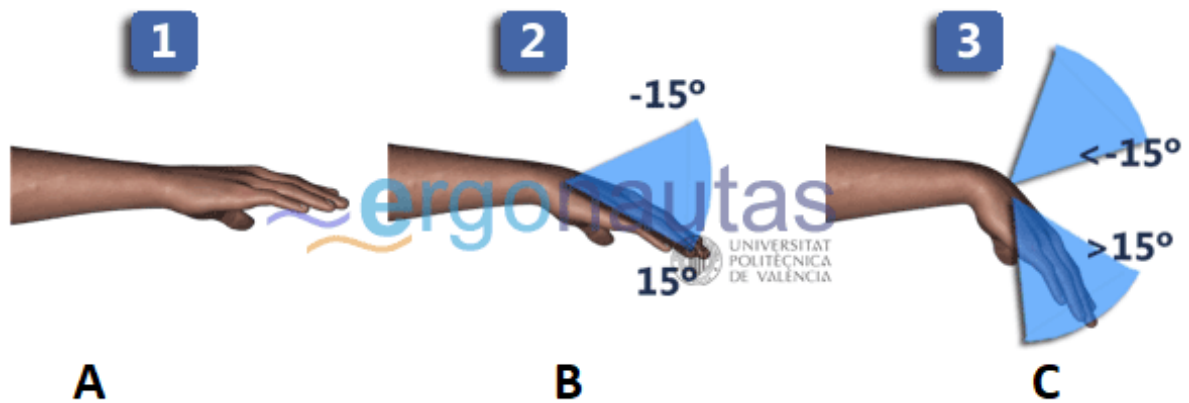
Figura 7 – Modificações na pontuação dos antebraços



Fonte: Diego-Mas e Antonio (2015).

A avaliação dos punhos segue a mesma metodologia de Diego-Mas e Antonio (2015). Na Figura 8 é possível avaliar a variação ângulo em determinada posição do punho, cuja pontuações podem ser vistas na Quadro 3.

Figura 8 – Medição dos ângulos dos punhos



Fonte: Adaptado de Diego-Mas e Antonio (2015).

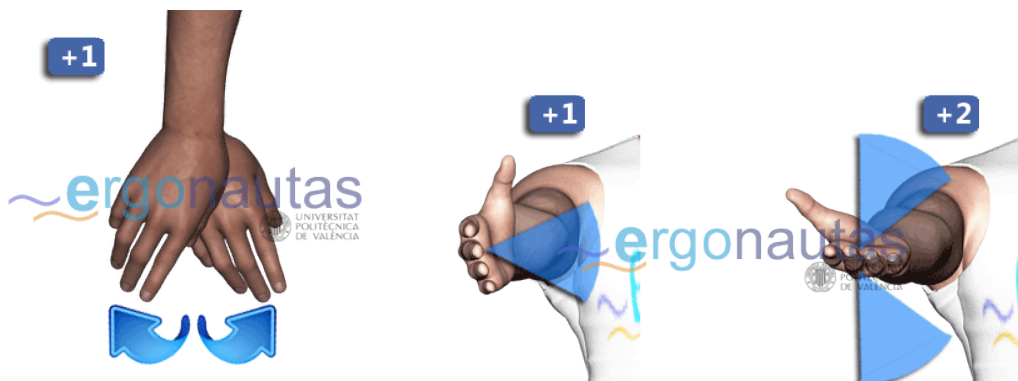
Quadro 3 – Pontuação dos punhos

Legenda	Posição	Pontuação
A	Posição neutra	1
B	Flexão ou extensão $>-15^\circ$ e $<15^\circ$	2
C	Flexão ou extensão $>15^\circ$	3

Fonte: Adaptado de Diego-Mas e Antonio (2015)

Em situações que envolvam flexão, giro discreto ou excessivo dos punhos, a pontuação final também será modificada, conforme pode ser observado na Figura 9.

Figura 9 – Modificações dos punhos



Fonte: Diego-Mas e Antonio (2015).

Após a avaliação dos membros pertencentes ao Grupo A, é necessário coletar as pontuações registradas e sintetiza-las na Tabela 1 definida pelo método, chegando à pontuação final do grupo.

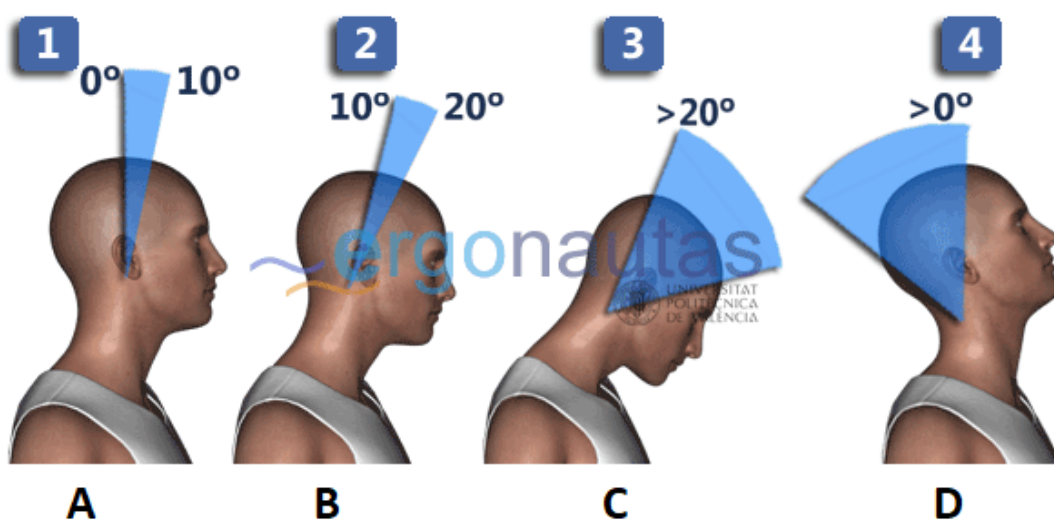
Tabela 1 – Pontuação do Grupo A

		Punho							
		1		2		3		4	
		Giro do punho		Giro do punho		Giro do punho		Giro do punho	
Braço	Antebraço	1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3	2	3	3	3	3	3	4	4
2	1	2	3	3	3	3	4	4	4
	2	3	3	3	3	3	4	4	4
	3	3	4	4	4	4	4	5	5
3	1	3	3	4	4	4	4	5	5
	2	3	4	4	4	4	4	5	5
	3	4	4	4	4	4	4	5	5
4	1	4	4	4	4	4	5	5	5
	2	4	4	4	4	4	5	5	5
	3	4	4	4	5	5	5	6	6
5	1	5	5	5	5	5	6	6	7
	2	5	6	6	6	6	7	7	7
	3	6	6	6	7	7	7	7	8
6	1	7	7	7	7	7	8	8	9
	2	8	8	8	8	8	9	9	9
	3	9	9	9	9	9	9	9	9

Fonte: Adaptado de Diego-Mas e Antonio (2015)

Definida a pontuação do Grupo A, é necessário avaliar os membros do grupo Grupo B. O pescoço é o primeiro membro a ser avaliado, cujas pontuações podem ser obtidas pela análise da Figura 10 e da Quadro 4 (DIEGO-MAS; ANTONIO, 2015).

Figura 10 – Medição do ângulos do pescoço



Fonte: Diego-Mas e Antonio (2015).

Assim como o Grupo A, podem existir fatores de correção da pontuação, em

Quadro 4 – Pontuação do pescoço

Legenda	Posição	Pontuação
A	Flexão entre 0° e 10°	1
B	Flexão 10° e $= 20^\circ$	2
C	Flexão 20°	3
D	Extensão em qualquer grau	4

Fonte: Adaptado de Diego-Mas e Antonio (2015)

função dos movimentos realizados. No caso do pescoço, podem haver movimentos de rotação ou inclinação, conforme a Figura 11.

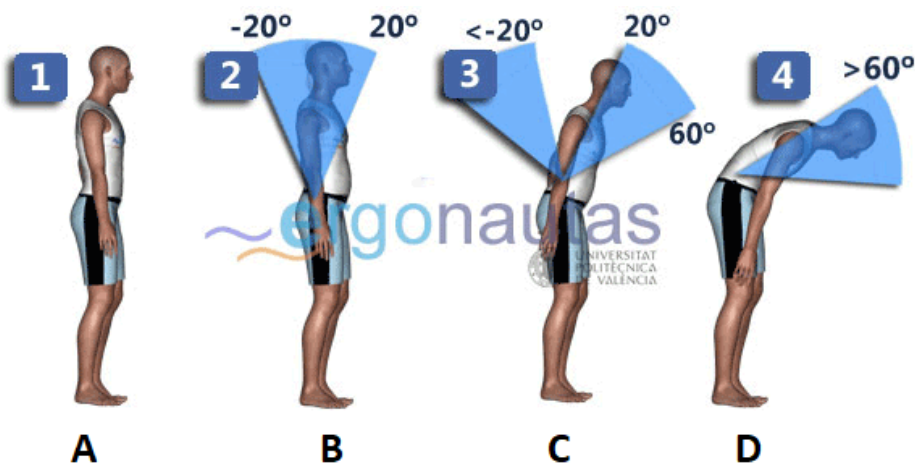
Figura 11 – Modificações do pescoço



Fonte: Diego-Mas e Antonio (2015).

Segundo Diego-Mas e Antonio (2015), a pontuação do tronco irá variar conforme sua inclinação, se o mesmo está inclinado para frente ou para trás. Na Figura 12 é possível observar a variação da posição do tronco e na Quadro 5 suas pontuações.

Figura 12 – Medição dos ângulos do tronco



Fonte: Diego-Mas e Antonio (2015).

Quadro 5 – Pontuação do tronco

Legenda	Posição	Pontuação
A	Sentado	1
B	Flexão entre 0° e 20°	2
C	Flexão 20° e = 60°	3
D	Flexão 60°	4

Fonte: Adaptado de Diego-Mas e Antonio (2015)

Já a Figura 13 demonstra os ajustes necessários na pontuação em casos de rotação ou pronação de tronco.

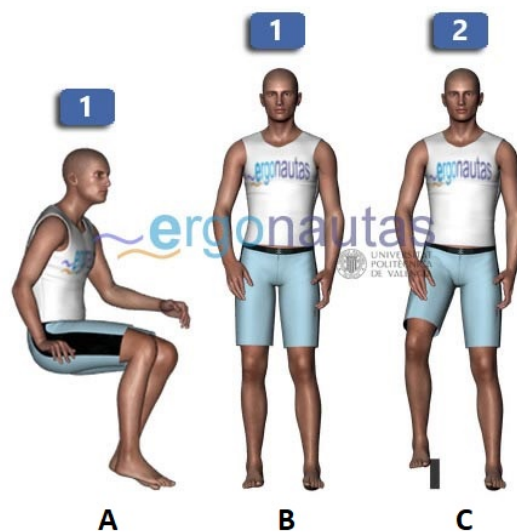
Figura 13 – Modificações do tronco



Fonte: Diego-Mas e Antonio (2015).

A pontuação das pernas, por sua vez, vai depender da distribuição de peso entre elas, da existência de apoios ou alinhamento da posição (DIEGO-MAS; ANTONIO, 2015). Na Figura 14, podem ser observadas as variações possíveis, cujas respectivas pontuações podem ser encontradas na Quadro 6.

Figura 14 – Medição da posição das pernas



Fonte: Diego-Mas e Antonio (2015).

Quadro 6 – Pontuação das pernas

Legenda	Posição	Pontuação
A	Sentado, com as pernas bem apoiadas	1
B	Em pé com o peso simetricamente distribuído	1
C	Com um dos pés apoiados e o peso não distribuído	2

Fonte: Adaptado de Diego-Mas e Antonio (2015)

Com as pontuações dos membros do Grupo B definidas, é possível sintetizá-las na Tabela 2.

Tabela 2 – Pontuação do Grupo B

Tronco												
	1		2		3		4		5		6	
	Pernas	Pernas	Pernas	Pernas	Pernas	Pernas	Pernas	Pernas	Pernas	Pernas	Pernas	
Pescoço	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	3	2	3	3	4	5	5	6	6	7	7
2	2	3	2	3	4	5	5	5	6	7	7	7
3	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7
4	5	5	5	6	6	7	7	7	7	7	8	8
5	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8
6	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9

Fonte: Adaptado de Diego-Mas e Antonio (2015)

Definidas as pontuações finais dos Grupos A e B, é possível avaliar o tipo de atividade, força ou carga exercida durante a ação, sendo estes dados acrescidos à pontuação obtida anteriormente.

Nos Quadro 7 e Quadro 8, é possível encontrar os valores de ajuste da pontuação em função da frequência (estática, repetitiva ou ocasional) e intensidade (carga) da atividade analisada.

Quadro 7 – Pontuação do tipo de atividade

Tipo de atividade	Pontuação
Estática (se mantém mais de um minuto seguido)	+1
Repetitiva (se repete mais de 4 vezes em um minuto)	+1
Ocasional, pouco frequente ou de curta duração	0

Fonte: Adaptado de Diego-Mas e Antonio (2015)

Quadro 8 – Pontuação da força ou carga exercida

Carga ou força	Pontuação
Carga inferior a 2 kg mantida intermitentemente	0
Carga entre 2 e 10kg mantida intermitentemente	+1
Carga estática ou repetitiva entre 2 e 10kg	+2
Carga superior a 10kg	+2
Carga estática ou repetitiva entre 2 e 10kg	+2
Carga superior a 10kg mantida intermitentemente	+3

Fonte: Adaptado de Diego-Mas e Antonio (2015)

Assim, é possível sintetizar os resultados dos Grupos A e B na Tabela 3:

Tabela 3 – Pontuação final RULA

Pontuação A	Pontuação B						
	1	2	3	4	5	6	7
1	1	2	3	3	4	5	5
2	2	2	3	4	4	5	5
3	3	3	3	4	4	5	6
4	3	3	3	4	5	6	6
5	4	4	4	5	6	7	7
6	4	4	5	6	6	7	7
7	5	5	6	6	7	7	7
8	5	5	6	7	7	7	7

Fonte: Adaptado de Diego-Mas e Antonio (2015)

Com a pontuação final do método RULA encontrada, é possível definir o nível de risco ergonômico associado à atividade, possibilitando analisar quanto as possíveis alterações nos movimentos ou no próprio posto de trabalho. Eventuais decisões são tomadas a partir da Quadro 9.

Quadro 9 – Níveis de atuação a partir da pontuação final obtida

Pontuação	Nível	Atuação
1 a 2	1	Risco aceitável
3 a 4	2	Podem ser necessárias alterações nos trabalhos
5 a 6	3	O redesenho da tarefa é necessário
7	4	Mudanças urgentes na tarefa são necessárias

Fonte: Adaptado de Diego-Mas e Antonio (2015)

4 RESULTADOS

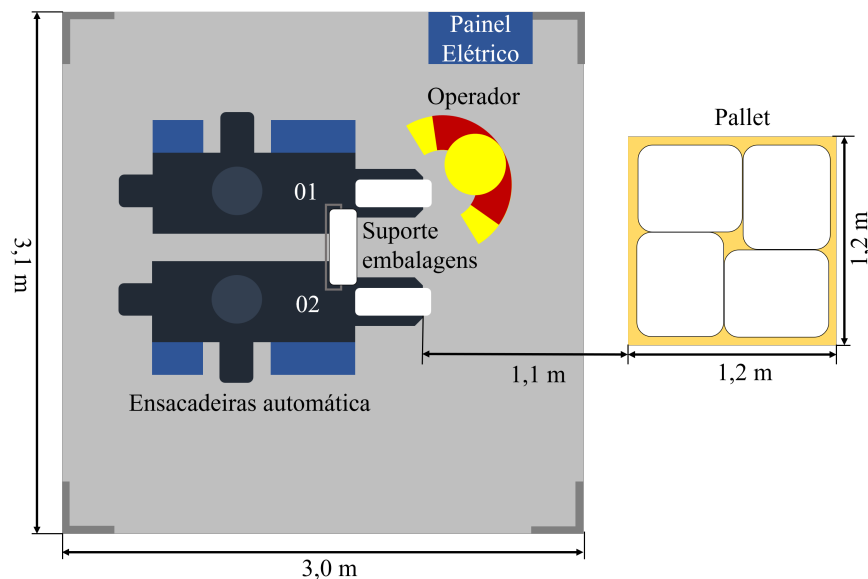
No presente capítulo foram abordados os resultados obtidos por meio da aplicação do método RULA, salientando que se trata de proposta de alteração de um posto de trabalho já em operação. Assim, as avaliações finais serão tratadas de forma qualitativa.

Foram demonstrados o layout atual, avaliação através do método RULA, os equipamentos que poderão auxiliar a operação, as propostas de alteração do posto de trabalho e a matriz de prioridade que utilizada para avaliar qual a melhor configuração para a operação em questão.

4.1 Layout inicial

Para compreender as dimensões do atual posto de trabalho e facilitar a aplicação de novas propostas de alteração, realizou-se o desenho do cenário, o qual é representado na Figura 15, com suas respectivas cotas, colaborador e equipamentos envolvidos no processo.

Figura 15 – *Layout atual*



Fonte: Próprio autor, 2022.

4.2 Aplicação pelo método RULA

Por meio dos procedimentos definidos por Diego-Mas e Antonio (2015), o método RULA foi aplicado de forma observacional das atividades realizadas pelo operador durante as tarefas de envase e agrupamento de embalagens no palete.

A primeira atividade avaliada foi a de pegar a embalagem no suporte. Foram observando os membros superiores e inferiores do corpo, pontuando sua atividade muscular,

frequência e intensidade da força ou carga. A atividade mencionada pode ser vista na Figura 16.

Figura 16 – Atividade 1: Pegar a embalagem no suporte



Fonte: Próprio autor, 2022.

As Tabela 4 e Tabela 5 apresentam os dados relativos à operação de pegar embalagem no suporte, mostrando a pontuação dos membros dos Grupos A e B.

Tabela 4 – Avaliação RULA da atividade de pegar a embalagem no suporte - Grupo A

Membros	Pontuação	Modificação
Braços	4	0
Punho	1	0
Rotação do punho	1	0

Fonte: Próprio autor, 2022.

Tabela 5 – Avaliação RULA da atividade de pegar a embalagem no suporte - Grupo B

Membros	Pontuação	Modificação
Pescoço	4	0
Tronco	2	0
Pernas	1	0

Fonte: Próprio autor, 2022.

Sabe-se que é uma atividade repetitiva (acrescenta mais um ponto) e com carga inferior a 2kg (sem acréscimos de pontos), portanto, a pontuação final dos Grupos A e B, são, 5 e 6, respectivamente. Assim a pontuação final do método é 7, portanto, a recomendação é que mudanças urgentes na tarefa são necessárias, isto pelo fato do operador estar pegando a embalagem vazia em um local muito alto, sendo necessário realizar um

esforço extra, principalmente nos ombros e no pescoço, isto irá fadiga-lo mais rápido e dores musculares aparecerão à longo prazo.

A segunda atividade avaliada é a de acionar o botão da ensacadeira, cuja função é realizar o preenchimento de material na embalagem utilizada. Nesta segunda etapa foram analisados os membros superiores e inferiores, frequência, intensidade e força das cargas envolvidas. Na Figura 17, é possível visualizar a atividade descrita.

Figura 17 – Atividade 2: Acionar o botão da ensacadeira



Fonte: Próprio autor, 2022.

As Tabela 6 e Tabela 7 demonstram os dados encontrados após as observações da atividade.

Tabela 6 – Avaliação RULA da atividade de acionar o botão da ensacadeira - Grupo A

Membros	Pontuação	Modificação
Braços	1	0
Punho	1	0
Rotação do punho	1	0

Fonte: Próprio autor, 2022.

Tabela 7 – Avaliação RULA da atividade de acionar o botão da ensacadeira - Grupo B

Membros	Pontuação	Modificação
Pescoço	1	0
Tronco	1	0
Pernas	1	0

Fonte: Próprio autor, 2022.

Esta atividade é considerada repetitiva e com carga inferior a 10kg, assim, a pontuação final encontrada do Grupo A é 2, e do Grupo B também é 2. Assim, a

pontuação final desta atividade foi 2, o risco é considerado aceitável, mesmo sendo uma atividade repetitiva, o botão de acionamento do equipamento está em uma posição favorável ergonomicamente. Portanto, nesta atividade em específico nenhuma ação deverá ser tomada, pois a mesma se mostrou dentro dos padrões permitidos pelo método.

A terceira atividade, demonstrada na Figura 18, envolve o transporte do material envasado até o palete, e seu método de avaliação foi semelhante à mencionada anteriormente.

Figura 18 – Atividade 3: Transportar a embalagem até o palete



Fonte: Próprio autor, 2022.

Os dados da avaliação dos Grupos A e B estão representados nas Tabela 8 e Tabela 9.

Tabela 8 – Avaliação RULA da atividade de transportar a embalagem envasada até o palete - Grupo A

Membros	Pontuação	Modificação
Braços	1	0
Punho	1	0
Rotação do punho	1	0

Fonte: Próprio autor, 2022.

Tabela 9 – Avaliação RULA da atividade de transportar a embalagem envasada até o palete - Grupo B

Membros	Pontuação	Modificação
Pescoço	1	0
Tronco	1	0
Pernas	1	0

Fonte: Próprio autor, 2022.

Visto que, a terceira atividade é considerada repetitiva e com o transporte de uma carga superior a 10kg, a pontuação final do Grupo A e B, foram 5. Estas pontuações dão

a nota 6 como resultado final do método, isto demonstra que o redesenho desta atividade é necessário, pelo fato do operador ter que transportar a embalagem de 40kg até o palete.

Já a quarta atividade é a de ajustar as embalagens envasadas no palete, conforme ilustrado na Figura 19.

Figura 19 – Atividade 4: Ajuste das embalagens no palete



Fonte: Próprio autor, 2022.

Nas Tabela 10 e Tabela 11 apresentam os dados da análise dos membros superiores (Grupo A) e inferiores (Grupo B), com suas pontuações parciais apresentadas.

Tabela 10 – Avaliação RULA da atividade de ajustar o material no palete - Grupo A

Membros	Pontuação	Modificação
Braços	3	0
Punho	1	0
Rotação do punho	2	0

Fonte: Próprio autor, 2022.

Tabela 11 – Avaliação RULA da atividade de ajustar o material no palete - Grupo B

Membros	Pontuação	Modificação
Pescoço	1	0
Tronco	4	0
Pernas	1	0

Fonte: Próprio autor, 2022.

Com pontuação final do Grupo A sendo 3, e do Grupo B sendo 5, nesta atividade o resultado da avaliação do método foi 7 (com acréscimos da atividade repetitiva e da carga superior a 10kg), ou seja, mudanças urgentes na tarefa são necessárias, demonstrando que esta atividade exige muito esforço por parte do operador, devido ao seu tronco ter

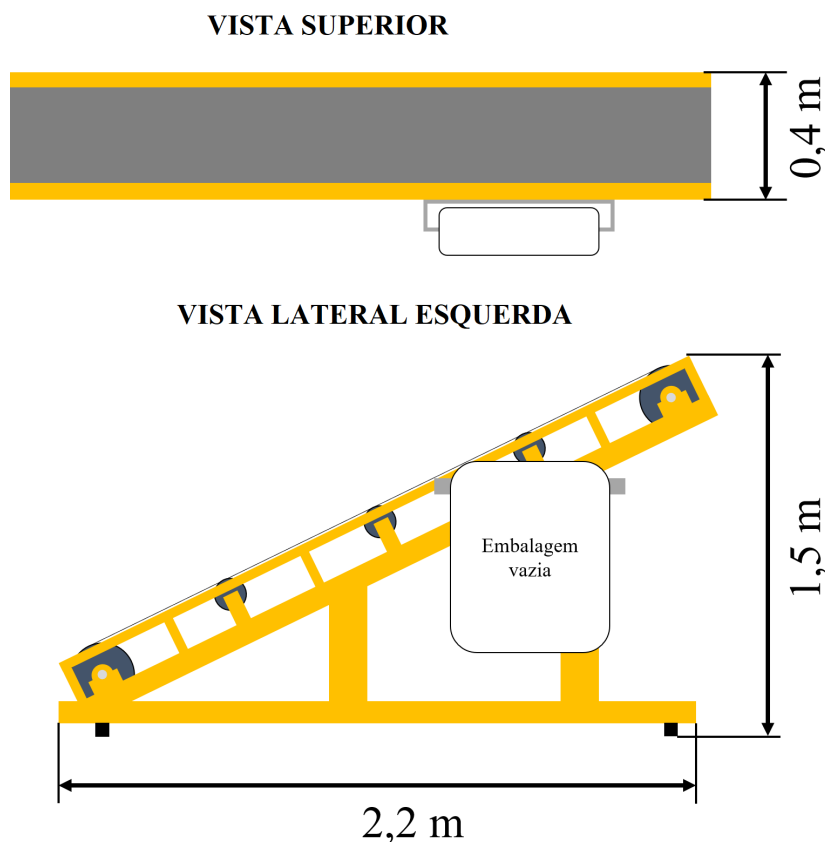
que ficar muito inclinado para conseguir ajustar a embalagem conforme a configuração utilizada no palete.

4.3 Equipamentos propostos para auxiliar no transporte e paletização

Vistos os riscos ergonômicos associados às atividades 2, 3 e 4, será necessário alterar o posto de trabalho. Em conversas e reuniões com o responsável pela produção e operadores do setor, percebeu-se boa abertura para realização de mudanças no local, mostrando que a companhia está apta para investir em soluções que envolvam melhoria ergonômica de seus operadores.

Assim, uma das propostas para o local é utilizar uma esteira transportadora, com 2 metros de comprimento e 36° de inclinação em relação ao solo. Esta inclinação tende a minimizar esforços físicos para manuseio e transporte dos produtos ensacados, associados às atividades 2 e 3, descritas anteriormente. A Figura 20 demonstra o equipamento descrito acima.

Figura 20 – Desenho da esteira transportadora



Fonte: Próprio autor, 2022.

Esta esteira transportadora será projetada e fabricada internamente, uma vez que

a empresa conta com materiais, equipamentos e mão de obra disponível para este tipo de serviço, permitindo assim que o custo do investimento seja reduzido.

Para solucionar o problema encontrado na atividade 4 (paletização), foi proposto uma mesa pantográfica giratória. Segundo Karsten (2022), este equipamento permite que o palete possa ser girado, melhorando o acesso ao lado oposto, e conforme forem adicionadas camadas adicionais do produto, a base da mesa baixa para que se mantenha em posição ergonômica. Na Figura 21 é possível observar o equipamento descrito.

Figura 21 – Mesa pantográfica



Fonte: Karsten (2022).

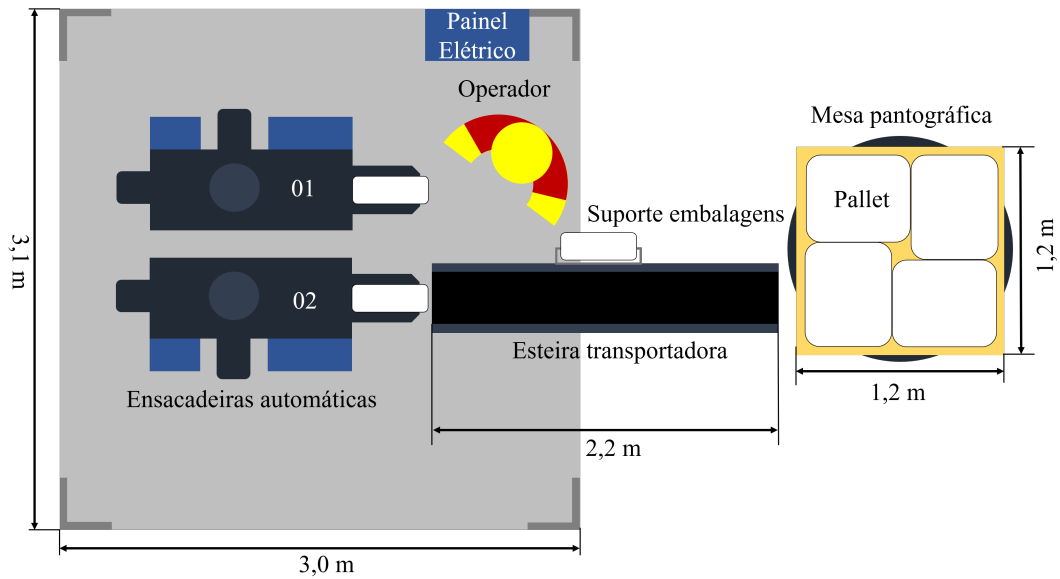
4.4 Propostas de novas configurações do posto de trabalho

Foram avaliadas duas propostas para adequação do atual posto de trabalho, ambas considerando a mesa pantográfica apresentada e esteiras transportadoras, apresentados na Seção 4.3.

O objetivo destas propostas é apresentar a melhor configuração de posto de trabalho diante do cenário atual. Cabe salientar que tanto a proposta 1 como a proposta 2 foram decididas junto com os responsáveis pelo setor na empresa, para que o trabalho seja aplicado da melhor maneira possível para a companhia.

Na Figura 22, é apresentada a proposta 1, que considera a utilização de apenas um operador, uma esteira transportadora e uma mesa pantográfica; nesta proposta, o único esforço do operador será de movimentar a embalagem da ensacadeira 01 para esteira e movimentar-se para fazer o ajuste das embalagens, para organizar o palete em cima da mesa pantográfica.

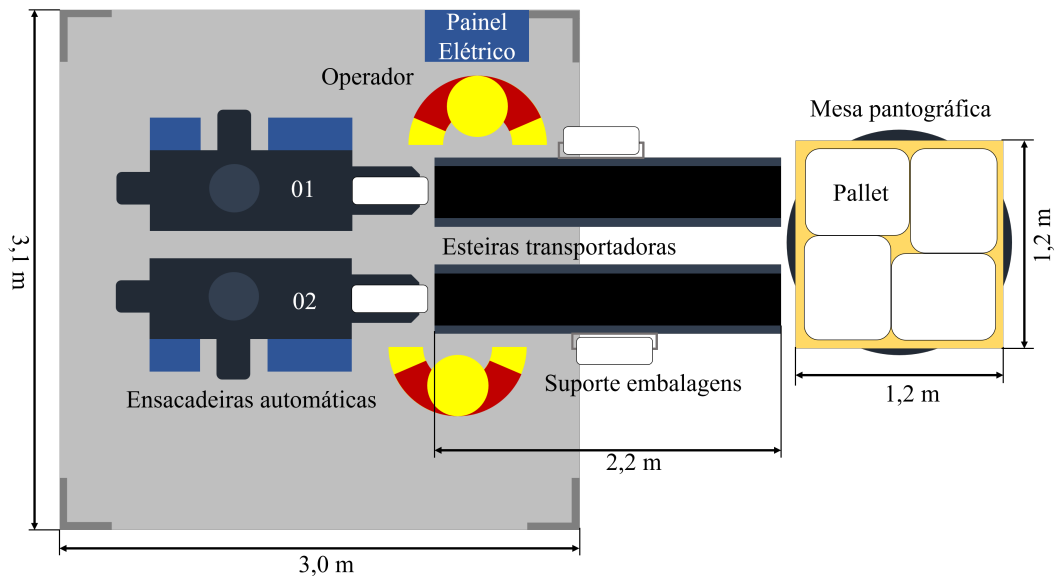
Figura 22 – Proposta 1



Fonte: Próprio autor, 2022.

A proposta 2, por sua vez, pode ser vista na Figura 23. Nela, são consideradas duas esteiras transportadoras e uma mesa paletizadora; esta proposta considera o uso de dois operadores, responsáveis por posicionar as embalagens vazias nas ensacadeiras e ajustar as embalagens preenchidas sobre a mesa pantográfica.

Figura 23 – Proposta 2



Fonte: Próprio autor, 2022.

4.5 Avaliação das propostas

Dadas as propostas mencionadas anteriormente, foi elaborado a matriz de prioridade, conforme demonstra a Tabela 12. Nesta matriz, foram elencados como critérios o investimento necessário, custo por hora trabalhada e aspectos ergonômicos (com peso superior aos demais critérios).

As pontuações foram divididas em três valores, sendo 7 muito bom, 5 médio e 3 ruim. Estes valores são multiplicados pelos respectivos pesos e somados ao final.

Tabela 12 – Matriz de prioridades

Critérios	Peso	Proposta 1	Proposta 2
Ergonomia	5	3	7
Investimento	2	7	3
Custo por hora trabalhada	3	7	5
Resultado		50	56

Fonte: Próprio autor, 2022.

Pela análise da Tabela 12, foi possível observar que a proposta mais adequada para solucionar o problema do cenário atual é a 2, que utiliza 2 esteiras transportadoras, 1 mesa pantográfica e 2 operadores. Esta proposta se justifica pelo fato da ergonomia dos operadores diante esta situação de trabalho ser mais favorável, evitando carregar a embalagem, fazendo apenas as movimentações necessárias para envasar e organizar as embalagens no palete, exigindo menor esforço físico.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo apresentado teve como objetivo principal avaliar a condição ergonômica de um operador durante as atividades de envasar e paletizar embalagens de 40kg. Destaca-se que as análises feitas e as propostas de melhorias foram acompanhadas pelos líderes de produção, que aprovaram os dados e juntamente com o corpo administrativo da empresa optaram pelo prosseguimento do estudo.

O procedimento de análise da tarefa foi realizado por meio de visitas à Unidade de Tratamento de Minérios (UTM), no qual foi feito os registros fotográficos da operação, e coletado as dimensões do posto de trabalho. Com estes dados, observou-se que durante a tarefa o operador efetua quatro atividades, assim, para obter uma análise crítica da situação aplicou-se o método RULA, ferramenta que define o risco da atividade.

Quatro atividades foram avaliadas, e três consideradas críticas pelo método. Assim, para solucioná-las a opção foi utilizar equipamentos que possuem dimensões apropriadas para o local, evitando realizar grandes alterações no atual posto de trabalho. Assim, os equipamentos propostos foram a esteira transportadora e uma mesa pantográfica, os mesmos evitam que o operador pegue as embalagens envasadas e reduza o risco ergonômico da tarefa.

Com os equipamentos definidos foi possível chegar a duas propostas de *layout*, sendo o objetivo destas propostas avaliar qual a melhor diante de três critérios, sendo o critério ergonômico de maior peso para seleção. Deste modo, a proposta escolhida foi a que considera dois operadores, apesar de aumentar o custo de hora trabalhada e investimento em equipamentos, se mostrou pertinente, pois evita qualquer condição de transporte manual das embalagens de 40kg, diminuindo o risco da operação e permite o aumento de produtividade do setor.

Com isso, é possível concluir que o trabalho se mostrou pertinente, pois por meio de reuniões com os líderes da área, os mesmo se mostraram preocupados com o setor. Pois estão limitados ao espaço da área e o investimento em equipamentos automáticos é muito alto para o atual cenário da companhia, e como o foco da empresa é o produto calcário agrícola ensacado nos próximos anos o estudo foi aceito pela gerência da companhia, que além da melhora da condição de trabalho dos seus operadores terá um ganho de produtividade considerável.

5.1 Trabalhos futuros

De sugestão para trabalhos futuros, tem a realização de uma Avaliação Ergonômica do Trabalho (AET) no posto de trabalho, permitindo encontrar dados mais completos da

situação, e posteriormente implantar os equipamentos na linha e acompanhar o *feedback* dos operadores para demonstrar o ganho ergonômico e produtivo.

REFERÊNCIAS

ABERGO. **O que é ergonomia?** 2021. Associação Brasileira de Ergonomia. Disponível em: <<https://www.abergo.org.br/o-que-é-ergonomia>>. Acesso em: 02/05/2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE MINERACÃO. **Calcário Agrícola**. Brasil, 2017. Disponível em: <<https://www.gov.br/anm/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/outras-publicacoes-1/7-1-2013-calcario-agricola/view>>. Acesso em: 05/05/2022.

CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL. **Calcário agrícola no Brasil**. Rio de Janeiro, 2003. Disponível em: <<http://mineralis.cetem.gov.br/handle/cetem/255>>. Acesso em: 03/05/2022.

CEPEA. **PIB-Agro/CEPEA: PIB do agro cresce 8,36% em 2021; participação no PIB brasileiro chega a 27,4%**. 2022. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. Disponível em: <<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/releases/pib-agro-cepea-pib-do-agro-cresce-8-36-em-2021-participacao-no-pib-brasileiro-chega-a-27-4.aspx>>. Acesso em: 05/05/2022.

DANIELLOU, F.; SIMARD, M.; BOISSIÈRES, I. **Fatores Humanos e Organizacionais da Segurança Industrial**. 7. ed. Toulouse, França: ICSI, 2010.

DIEGO-MAS; ANTONIO, J. Evaluación postural mediante el método rula. **Ergonautas**, Valencia, 2015. Disponível em: <<https://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>>. Acesso em: 30/05/2022.

EU-OSHA. **Perigos e riscos associados à movimentação manual de cargas no local de trabalho**. 2007. Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho. Disponível em: <<https://osha.europa.eu/pt/publications/factsheet-73-hazards-and-risks-associated-manual-handling-loads-workplace>>. Acesso em: 03/05/2022.

FELISBERTO, L. C.; PASCHOARELLI, L. C. Dimensionamento preliminar de postos de trabalho e produtos - modelos antropométricos em escala. **Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design**, Bauru-SP, 2000.

F.GUÉRIN; LAVILLE, A.; F.DANIELLOU; J.DURAFFOURG; A.KERGUELEN. **Comprender o Trabalho para Transformá-lo**. 1. ed. São Paulo, SP: ANACT, 2001.

FRANCESCHI, A. de. **Ergonomia**. 1. ed. Santa Maria: Rede e-Tec Brasil, 2013.

IEA. **What Is Ergonomics?** 2000. International Ergonomics Association. Disponível em: <<https://iea.cc/what-is-ergonomics/>>. Acesso em: 02/05/2022.

IIDA, I. **Ergonomia Projeto e Produção**. 2. ed. São Paulo, SP: Edgard Blücher, 2005.

KARSTEN. **MESAS GIRATÓRIAS MESA MOLA**. 2022. Karsten Máquinas e Equipamentos. Disponível em: <<https://www.karstenmaquinas.com.br/mesas-giratorias-mesa-mola/>>. Acesso em: 07/10/2022.

LIN, N. Dor nas costas é o segundo motivo de afastamento do trabalho no país. São Paulo, SP, 2021. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/radioagencia-nacional/saude/audio/2021-10/dor-nas-costas-e-o-segundo-motivo-de-afastamento-do-trabalho-no-pais>>. Acesso em: 29/11/2022.

MCATAMNEY, L.; CORLETT, E. N. Rula: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. **Applied Ergonomics**, v. 24, n. 2, p. 91–99, 1993. ISSN 0003-6870. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/000368709390080S>>.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E PREVIDÊNCIA. **Norma Regulamentadora No. 17 (NR-17)**. Brasil, 2022. Disponível em: <<https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/ctpp-nrs/norma-regulamentadora-no-17-nr-17>>. Acesso em: 29/04/2022.

PHEASANT, S.; HASLEAGRAVE, C. M. **Bodyspace: Anthropometry, Ergonomics and the Design of Work**. 3. ed. London: Taylor Francis, 1998.

SOUZA, C. D. B. M. D. **INCIDÊNCIA DE LOMBALGIA NA MOVIMENTAÇÃO MANUAL DE CARGAS NA INDÚSTRIA QUÍMICA DE BASE DE PEQUENO PORTE**. 60 f. Monografia (Especialização) — Universidade de Extremo Sul Catarinense - UNESC, Criciúma, 2011.